

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光装置の作製方法および薄膜形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子の欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 3】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子の欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射して、前記欠陥部を絶縁化することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 4】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射して、前記欠陥部を絶縁化することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 5】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子の欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することにより、レーザー照射前よりも逆方向電流を小さくすることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 6】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

#5/7226-02
Jil
Jc618 U.S. PRO
10/021315
12/19/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月28日

出願番号

Application Number:

特願2000-400168

出願人

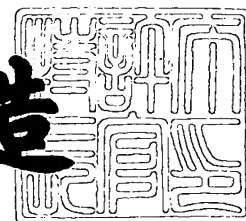
Applicant(s):

株式会社半導体エネルギー研究所

2001年10月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3091645

【書類名】 特許願

【整理番号】 P005397

【提出日】 平成12年12月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 山形 裕和

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 足立 祥美

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 柴田 典子

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することにより、レーザー照射前よりも逆方向電流を小さくすることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 7】

陰極と、前記陰極に接する有機化合物層と、前記有機化合物層に接する陽極からなる発光素子を有する発光装置において、

前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子の欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 8】

陰極と、前記陰極に接する有機化合物層と、前記有機化合物層に接する陽極からなる発光素子を有する発光装置において、

前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 9】

陽極と、前記陽極に接する有機化合物層と、前記有機化合物層に接する陰極からなる発光素子を有する発光装置において、

前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子の欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射して、前記欠陥部を絶縁化することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 10】

陽極と、前記陽極に接する有機化合物層と、前記有機化合物層に接する陰極からなる発光素子を有する発光装置において、

前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射して、前記欠陥部を絶縁化することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 11】

陽極と、前記陽極に接する有機化合物層と、前記有機化合物層に接する陰極か

らなる発光素子を有する発光装置において、

前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子の欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することにより、レーザー照射前よりも逆方向電流を小さくすることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 2】

陽極と、前記陽極に接する有機化合物層と、前記有機化合物層に接する陰極からなる発光素子を有する発光装置において、

前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することにより、レーザー照射前よりも逆方向電流を小さくすることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 3】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記有機化合物層は発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層または電子注入層を有し、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記欠陥部の位置を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 4】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記有機化合物層は発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層または電子注入層を有し、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出し、前記欠陥部の位置を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 5】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記有機化合物層は発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層または電子注入層を有し、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記欠陥部の位置を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射して、前記欠陥部を絶縁化することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 6】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記有機化合物層は発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層または電子注入層を有し、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部の位置を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射して、前記欠陥部を絶縁化することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 7】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記有機化合物層は発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層または電子注入層を有し、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記欠陥部の位置を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することにより、レーザー照射前よりも逆方向電流を小さくすることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 8】

陽極、陰極及び有機化合物層からなる発光素子を有する発光装置において、前記有機化合物層は発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層または電子注入層を有し、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部の位置を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することにより、レーザー照射前よりも逆方向電流を小さくすることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 9】

発光素子と薄膜トランジスタを有する発光装置において、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子の欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2 0】

発光素子と薄膜トランジスタを有する発光装置において、前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2 1】

発光素子と薄膜トランジスタを有する発光装置において、

前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子の欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射して、前記欠陥部を絶縁化することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2 2】

発光素子と薄膜トランジスタを有する発光装置において、
前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射して、前記欠陥部を絶縁化することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2 3】

発光素子と薄膜トランジスタを有する発光装置において、
前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子の欠陥部を特定し、
前記欠陥部にレーザーを照射することにより、レーザー照射前よりも逆方向電流を小さくすることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2 4】

発光素子と薄膜トランジスタを有する発光装置において、
前記発光素子に逆バイアスを印加し、前記発光素子における発光箇所を検出することにより欠陥部を特定し、前記欠陥部にレーザーを照射することにより、レーザー照射前よりも逆方向電流を小さくすることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2 5】

請求項 1 乃至請求項 2 4 のいずれかに記載の発光装置において、前記逆バイアスは、1 ～ 1 5 V の範囲で印加されることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2 6】

発光素子の有機化合物層を成膜する第 1 の成膜室と、前記発光素子の対向電極を成膜する第 2 の成膜室と、前記発光素子に逆バイアスを印加して、前記発光素子の発光箇所を検出する第 1 の処理室と、前記発光素子にレーザーを照射する第 2 の処理室と、発光装置を封止する第 3 の処理室と、を有することを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項 2 7】

請求項 2 6 に記載の薄膜形成装置において、前記第 1 の成膜室とは、蒸着法により成膜を行う成膜室、または塗布法により成膜を行う成膜室であることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項 2 8】

請求項 2 6 または請求項 2 7 に記載の薄膜形成装置において、前記発光素子は 1 ～ 1 5 V の範囲で逆バイアスが印加されることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項 2 9】

請求項 2 6 または請求項 2 8 のいずれか一において、前記第 1 の処理室で発光箇所を検出し、前記発光箇所に前記第 2 の処理室でレーザーを照射し、第 3 の処理室で前記発光装置を封止することを特徴とする発光装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板上に形成された発光素子において、陰極と陽極との短絡（ショート）箇所を検出し、これを修理する方法に関する。また、基板上に形成された発光素子を封止基板により封止して作製した発光パネルに IC を実装した発光モジュールにおけるショート箇所を検出し、修理する方法に関する。なお本明細書において、発光パネル及び発光モジュールを発光装置と総称する。

【 0 0 0 2】

【従来の技術】

発光素子は自ら発光するため視認性が高く、液晶表示装置（LCD）で必要なバックライトが要らず薄型化に最適であると共に、視野角にも制限が無い。そのため、近年、発光素子を用いた発光装置は CRT や LCD に代わるものとして注目されている。

【 0 0 0 3】

発光素子は、エレクトロルミネッセンス（Electro Luminescence：電場を加えることで発生するルミネッセンス）が得られる有機化合物を含む層（以下、有機化合物層と記す）と、陽極と、陰極とを有する。有機化合物におけるルミネッセンスには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（蛍光）と三重項励起状

態から基底状態に戻る際の発光（リン光）とがあるが、本発明によるショート箇所の検出、および修理方法は、どちらの発光を用いた発光装置にも適用可能である。

【 0 0 0 4 】

なお、本明細書では、陽極と陰極の間に設けられた全ての層を有機化合物層と定義する。有機化合物層には具体的に、発光層、正孔注入層、電子注入層、正孔輸送層、電子輸送層等が含まれる。基本的に発光素子は、陽極／発光層／陰極が順に積層された構造を有しており、この構造に加えて、陽極／正孔注入層／発光層／陰極や、陽極／正孔注入層／発光層／電子輸送層／陰極等の順に積層した構造を有していることもある。

【 0 0 0 5 】

また、本明細書中では、陽極、有機化合物層及び陰極で形成される素子を発光素子と呼ぶ。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

陽極と陰極との間に有機化合物層を形成することにより、発光素子が形成される。そして、発光素子の電極に電圧が印加されると陰極からは、電子が有機化合物層に注入され、陽極からは正孔（ホール）が有機化合物層に注入される。

【 0 0 0 7 】

そして、有機化合物層において、電子と正孔が再結合することにより発生したエネルギーにより有機化合物層を形成する有機化合物が発光する。

【 0 0 0 8 】

しかし、有機化合物層の一部が何らかの理由により欠損した場合には、陰極と陽極間がショートし、ショートした箇所にリーク電流が流れるため、発光素子は消光する。

【 0 0 0 9 】

有機化合物層が欠損する原因としては、有機化合物層を形成する前に形成した一方の電極表面が平坦化されていなかったために、有機化合物層が均一に成膜されずに欠損する場合や電極上にゴミが乗っていたために電極上に有機化合物層が

十分に形成されない場合などがある。そして、これらの欠損箇所を有する有機化合物層の上にもう一方の電極が形成されると、有機化合物層が形成されない部分（欠損箇所）において陰極、陽極間がショートする。

【0010】

図10（A）に発光素子1104の断面図を簡単に示す。陽極1101上には、有機化合物層1102が形成されており、有機化合物層1102の上には、陰極1103が形成され、発光素子1104が形成されている。なお、発光素子1104において、有機化合物層1102の一部が欠損する欠陥部1105を有すると、有機化合物層1102上に陰極1103を形成したとき、欠陥部1105において陽極1101と陰極1103とが接して形成されるためにショートが起こる。

【0011】

なお本明細書中では、両電極間に有機化合物層を有する正常部1106に対して、有機化合物層1102の欠損している部分において2つの電極が接している箇所を欠陥部1105と呼ぶことにする。

【0012】

通常、発光素子1104は、外部電源1107から電源電圧が印加されることにより発光を示す。

【0013】

図10（B）には、発光素子1104が欠陥部1105を有しない場合について、つまり、図10（A）の正常部1106のみである場合について示す。この場合は、外部電源1107から電源電圧 E_{ori} が印加されると発光素子1104には、電圧 E_{dio} が印加される。なお、このときの配線抵抗を R_{wir} で表し、配線に印加される電圧を E_{wir} で表す。

【0014】

これに対して、図10（C）には、発光素子1104が図10（A）に示した欠陥部1105を有する場合について示す。この場合には、外部電源1107から電圧 E_{ori} が印加されると、正常部1106に印加される電圧は、図10（B）に示した電圧 E_{dio} よりも小さく、 E'_{dio} となる。これは、欠陥部1105に

流れる電流 I_{def} により配線での電圧降下が起こるためであり、配線の電圧が E_w から E'_{wir} へ減少することになるものである。

【0015】

なお、発光素子は両電極に順バイアスを印加して、有機化合物層に電流 I_{ori} が流れると有機化合物層において発光が得られることから、有機化合物層を介さずに電流が流れる欠陥部において、発光素子は発光を示さない。

【0016】

つまり、欠陥部を含む発光素子に順バイアスを印加すると実際には、ほとんどの電流が欠陥部に流れてしまうため、正常部を流れる電流 I_{dio} はほとんどない。以上のことから欠陥部を有する発光素子において、有機化合物層には電流が流れにくくなるために発光素子は、輝度の低下や消光を起こす。

【0017】

なお、発光素子における輝度の低下や消光に加えて、欠陥部においてショートしていると、欠陥部に常に電流が流れるため、欠陥部付近の有機化合物層の劣化を促進してしまう。

【0018】

さらに、欠陥部 1105 による発光素子の消光は、発光素子を有する画素が、複数形成された画素部における表示の輝度の低下を招き、また、リーク電流の発生に伴い、消費電力を増大させてしまうなどの問題がある。

【0019】

本発明は上記問題に鑑み、発光素子における欠陥部を検査し、欠陥部が検出された場合には欠陥部を修理して発光装置を作製する方法、およびこの方法を用いて発光装置を作製する薄膜形成装置を提供することを課題とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、発光素子に逆バイアスを印加すると、その欠陥部に電流が流れることを利用したものである。

図1(A)は、基板上に形成された画素部101を示すものであり、複数の画素102が形成されている。これらの画素は、陽極、陰極及び有機化合物層で形

成された発光素子をそれぞれ有している。

【0021】

これらの発光素子が、欠陥部103を有する場合には、その断面構造は、図1(B)に示すようになるが、発光素子の両電極に外部電源108から電圧が印加されると、欠陥部に電流が流れる。しかし、欠陥部に電流が流れると有機化合物層に電流が流れにくくなるために発光素子は消光してしまう。

【0022】

そこで、本発明では、陰極105、陽極106及び有機化合物層107からなる発光素子104に、外部電源108から逆バイアスを印加する。

【0023】

このとき、発光素子104の欠陥部103では、有機化合物層が欠損されているために、陰極105と陽極106がショートしている。つまり、逆バイアスを印加すると発光素子104の欠陥部103には、電流が流れる。これに対して、欠陥部を有しない発光素子は、電流を流しにくくなる。

【0024】

そこで、本発明では、逆バイアスを印加することにより、欠陥部のみに電流を流し、このとき流れる電流を検出することにより、欠陥部の位置の特定を行う。

【0025】

次に、特定された欠陥部103にレーザーを照射して、欠陥部103の陰極と陽極がショートしている部分を絶縁化する。絶縁化させることにより、逆バイアスを印加した際に流れる電流（逆方向電流ともいう）を減少、または、完全に防ぐことができる。

【0026】

以上により、ショート箇所を絶縁化することで、順バイアスを印加した際に生じる欠陥部のリーク電流を防ぐことができ、これにより有機化合物層に所望の電流が流れることから、発光素子を発光させることができる。

【0027】

さらに、本発明においては、発光素子の有機化合物層及びパッシベーション膜を形成する成膜室と、封止を行う処理室と、本発明を用いて欠陥部の位置を特定

し、これを修理する処理室を有する薄膜形成装置を用いて発光装置を作製することができる。なお、この薄膜形成装置を用いて発光装置を作製することにより、発光素子を形成した後、これを封止する前に欠陥部の修理を行い、発光装置を作製することができる。

【 0 0 2 8 】

【発明の実施の形態】

ここで、本発明の実施の形態として、アクティブマトリクス型の発光装置における欠陥部の検査方法及び検出された欠陥部の修理方法について、図 2 を用いて説明する。なお、パッシブ型の発光装置においても同様に本発明を実施することができる。

【 0 0 2 9 】

図 2 (A) は、基板 2 0 1 上に T F T 2 0 2 が形成され、T F T 2 0 2 と電氣的に接続された画素電極 2 0 3 (陽極)、画素電極 2 0 3 上に形成された有機化合物層 2 0 4、さらに陰極 2 0 5 が形成され、発光素子 2 0 6 が形成されている。すなわち、画素電極 (陽極) ごとに発光素子が形成され、複数の画素が形成されている。

【 0 0 3 0 】

さらに、発光素子形成後は、内部に空間 2 0 8 を有し、封止基板 2 0 9 により封止構造が形成されている。なお、ここでは、封止構造まで形成された発光装置を示しているが、本発明は、発光素子を完成させた時点で (発光素子の封止前に)、欠陥部の検査及び修理を行うことは可能である。この場合の方法については、後の実施例で詳しく説明する。

【 0 0 3 1 】

なお、画素が有する発光素子において、2 0 7 に示すように有機化合物層 2 0 4 が欠損して、陰極 2 0 5 と陽極 2 0 3 がショートしている箇所は、欠陥部となり、これを有する発光素子は、外部電源から順バイアスを印加して電流を流しても有機化合物層に電流が流れず、欠陥部に電流が流れるため発光しない。

【 0 0 3 2 】

そこで、本発明では、外部電源から逆バイアスを印加することで欠陥部に電流

を流し、この時流れる電流により生じる発光を観察することにより欠陥部の特定を行う。

【 0 0 3 3 】

具体的には、電極間のショート部分に逆バイアスを印加して、電流を流し、この電流から生じる発光における光子 (Photon) 数をエミッション顕微鏡で観察して測定することにより、ショートしている欠陥部の位置を特定する。なお、この時発光素子に印加する逆バイアスは、1 ~ 15 V の範囲で印加する。なお、エミッション顕微鏡は、逆バイアスを印加した際に流れる電流から生じる発光の光子数を光学顕微鏡と超高感度カメラ (フォトンカウンティングカメラ) により測定する装置である。本発明の実施においては、エミッション顕微鏡として浜松ホトニクス社製のホットエレクトロン装置 (C 3 2 0 0 シリーズ) を用いる。

【 0 0 3 4 】

このカメラは、I. I (Image Intensifier) と撮像カメラからなり、極微弱な光をもとらえることができる。ここで検出された発光は、映像信号としてイメージプロセッサに取り込まれ、画像処理を施されて TV モニター (CRT: Cathode Ray Tube) に表示される。この時予め撮影しておいた基板上のパターン像と重ね合わせることで発光箇所の特定が可能となる。

【 0 0 3 5 】

一般的に、電極間のショートによる電流のリークが生じたときには、可視光から赤外光に及ぶ広い連続スペクトルの発光が検出されることが知られている。本発明で用いる超高感度カメラ (フォトンカウンティングカメラ) は、Si を含む結晶がそのバンドギャップエネルギーに相当する波長よりも長波長の赤外光を透過することを利用しているため、逆バイアスを印加した際に欠陥部に流れる電流を基板を介して検出することが可能である。

【 0 0 3 6 】

図 2 (B) には、図 2 (A) において示されている複数の画素のうち、欠陥部 207 を有する画素 208 について、この欠陥部 207 の位置を特定し、修理する方法について説明する。

【 0 0 3 7 】

基板 2 0 1 は、X Y Z ステージ 2 1 0 に備えられており、外部電源 2 1 1 から F P C 2 1 2 を介して基板 2 0 1 上に形成された発光素子 2 0 6 に逆バイアスが印加される。このとき、発光素子 2 0 6 の欠陥部 2 0 7 には電流（逆方向の電流）が流れる。

【 0 0 3 8 】

ここで流れた電流は、発光 2 1 3 を伴う。この発光 2 1 3 を形成する光子は、シャッター（１） 2 1 4 が開くと集光レンズ 2 1 5、ハーフミラー 2 1 6 を介して超高感度カメラ 2 1 7（フォトンカウンティングカメラ）により検出され、これを映像信号として画像処理機構 2 1 8（イメージプロセッサ）により画像処理を施されることによりカラーモニター 2 1 9（C R T）に表示される。この時シャッター（２） 2 2 2 は閉じている。

【 0 0 3 9 】

カラーモニター 2 1 9 には、画素の発光素子が有する欠陥部に流れる電流が、電流により生じる光の光子数の分布として色表示されるため、光子が色表示されたところが欠陥部 2 0 7 であるとして、その位置の特定が可能となる。

【 0 0 4 0 】

本発明において、超高感度カメラ 2 1 7 は、位置合わせ機構 2 2 1 と接続されており、位置合わせ機構 2 2 1 は、超高感度カメラ 2 1 7 で特定された欠陥部 2 0 7 の位置データから、欠陥部 2 0 7 がレーザー照射される位置に X Y Z ステージ 2 1 0 を動かすための信号を送る。これにより、欠陥部 2 0 7 は、レーザーが照射される位置に移動される。

【 0 0 4 1 】

次に、シャッター（１） 2 1 4 を閉じ、シャッター（２） 2 2 2 を開いて、レーザー照射機構 2 2 3 からのレーザー 2 2 4 を入射する。なお、レーザー 2 2 4 は、ハーフミラー 2 1 6、集光レンズ 2 1 5 を介して欠陥部 2 0 7 に照射される。

【 0 0 4 2 】

以上のようにして、特定された欠陥部 2 0 7 にレーザーを照射することにより、欠陥部 2 0 7 の修理を行う。具体的には、欠陥部 2 0 7 における陰極 2 0 5 と

陽極 2 0 3 とのショート箇所がレーザーを照射することにより絶縁化され、陰極 2 0 5 と陽極 2 0 3 の間が絶縁化される。

【 0 0 4 3 】

なお、欠陥部 2 0 7 を絶縁化する方法としては、陰極、または陽極を形成する材料をレーザー照射により酸化物にすることで絶縁化させたり、レーザー照射により欠陥部 2 0 7 のショート箇所を物理的に引き離すことにより絶縁化させる方法がある。本発明に於いては、レーザーのパワーを調節することによりいずれの絶縁化も可能である。

【 0 0 4 4 】

なお、本発明においてレーザーを照射する場合には、陽極 2 0 3 を照射してその機能を破壊することのない様にレーザーの照射パワー、照射時間を調整することが必要である。

【 0 0 4 5 】

本発明に於いて用いるレーザーとしては、色素レーザーが好ましい。なお、色素レーザーを用いる場合においては、波長領域を 3 7 5 ~ 9 0 0 n m の範囲を用いることができ、使用する波長領域によってクマリンやローダミンといったレーザー色素を用いることができる。なお、この時用いるレーザー色素は公知の色素を用いればよい。また、本発明に用いるレーザーのビーム径は、照射する欠陥部の径よりも大きい方が好ましく、具体的には 1 . 0 ~ 3 . 0 μ m であるのが望ましい。

【 0 0 4 6 】

以上のように、発光装置の画素が有する発光素子に順バイアスを印加して、発光素子に欠陥部があると陽極と陰極のショート箇所でリーク電流が生じるために、発光素子の有機化合物層に電流が流れにくくなり、発光素子が消光する。つまり、この画素は消光してしまう。

【 0 0 4 7 】

そこで、本発明を用いて、はじめに発光素子に逆バイアスを印加することにより欠陥部に電流を流し、この電流から生じる光を検出することにより、欠陥部の位置を特定し、この欠陥部にレーザーを照射して欠陥部を絶縁化して修理するこ

とにより、順バイアスを印加した際に、この画素を再び発光させることができる。

【 0 0 4 8 】

【実施例】

〔実施例 1〕

本実施例では、各画素に 2 つの薄膜トランジスタ (T F T) を有するアクティブマトリクス型の発光装置に、本発明を用いた例について説明する。

【 0 0 4 9 】

図 3 に本発明を用いて発光素子の欠陥部における検査および修理法を行った発光装置における画素の回路図を示す。各画素はソース信号線 S_i (i は 1 ~ x のいずれか 1 つ) と、電流供給線 V_i (i は 1 ~ x のいずれか 1 つ) と、ゲート信号線 G_j (j は 1 ~ y のいずれか 1 つ) とを有している。

【 0 0 5 0 】

また、各画素は、スイッチング用 T F T 3 0 1 と、電流制御用 T F T 3 0 2 と、発光素子 3 0 3 と、コンデンサ 3 0 4 とを有している。

【 0 0 5 1 】

スイッチング用 T F T 3 0 1 のゲート電極はゲート信号線 G_i に接続されている。またスイッチング用 T F T 3 0 1 のソース領域とドレイン領域は、一方はソース信号線 S_i に、もう一方は電流制御用 T F T 3 0 2 のゲート電極に接続されている。

【 0 0 5 2 】

電流制御用 T F T 3 0 2 のソース領域は電流供給線 V_i に接続されており、ドレイン領域は発光素子 3 0 3 が有する 2 つの電極のいずれか一方に接続されている。発光素子 3 0 3 が有する 2 つの電極のうち、電流制御用 T F T 3 0 2 のドレイン領域に接続されていない方は、対向電源 3 0 7 に接続されている。

【 0 0 5 3 】

なお、発光素子 3 0 3 が有する 2 つの電極のうち、電流制御用 T F T 3 0 2 のドレイン領域に接続されている電極を画素電極と呼び、対向電源 3 0 7 に接続されている電極を対向電極と呼ぶ。

【0054】

またコンデンサ304は、電流制御用TFT302のゲート電極と電流供給線Viとの間に形成されている。

【0055】

図4(A)に、図3に示した画素を複数有する発光装置の画素部を示す。画素部306は、ソース信号線S1～Sxと、電流供給線V1～Vxと、ゲート信号線G1～Gyとを有している。画素部306には複数の画素305がマトリクス状に形成されている。

【0056】

図4(B)に発光素子303の欠陥部を検査して特定する際の、各画素におけるTFTの動作と、電流供給線Vi及び対向電極に入力される電圧の高さを示す。発光素子303の欠陥部を検査するとき、各画素のスイッチング用TFT301及び電流制御用TFT302は共にオンの状態にしておく。そして電流供給線Viの電圧及び対向電極の電圧を一定にし、発光素子に所定の逆バイアスを印加する。なお、対向電極の電圧は、画素電極が陽極の時は、図4(B)に示すように電流供給線Viの電圧よりも高い電圧を印加するが、画素電極が陰極の時は、電流供給線Viの電圧よりも低い電圧を印加することになる。

【0057】

本実施例に於いては、画素電極が陽極であり、対向電極が陰極である場合に於いて示すが、具体的には陽極に+1Vの電圧を印加し、陰極には+9Vの電圧を印加する。

【0058】

以上のように、発光素子の陽極に低い電圧を印加し、陰極に高い電圧を印加することにより、発光素子上の欠陥部のみに電流が流れる。このようにして欠陥部に電流を流した状態で、これをエミッション顕微鏡で観察することにより欠陥部を特定する。

【0059】

エミッション顕微鏡は、電流が流れた際に生じる発光を形成する光子(Photon)の数を測定することができる装置である。予め、エミッション顕微鏡に測定さ

れた光子の数毎に色分けして表示がされるように設定しておく。これにより逆バイアスを印加した際に欠陥部に流れる電流から、欠陥部の位置を特定することができる。

【0060】

また、エミッション顕微鏡は、予め発光素子の画像を撮影しているので、測定された光子数の色分け表示とこれを重ねて表示することにより、正確な欠陥部を特定することができる。

【0061】

ここで、実際にエミッション顕微鏡を用いて画素部の発光素子を観察し、これにより欠陥部が特定された様子を図5に示す。図5に丸印が付けられている部分が実際の欠陥部であり、通常カラーモニターでは、白黒の画素部の画像写真中に色で表示される。

【0062】

なお、ここで用いられている光子数の色分け表示とは、欠陥部に流れる電流から生じる光を形成する光子数ごとに色別に表示することをいう。つまり、検出された光子数が少ない場合には、青色の点の分布により表示され、やや多くなると黄色の点の分布により表示され、さらに多くなると赤色点の分布により表示されるといったように色分けして表示することをいう。

【0063】

エミッション顕微鏡により、欠陥部の箇所を特定したところで、これをモニターにより観察しながらレーザー照射機構からレーザーを照射することにより、欠陥部におけるショート箇所を絶縁化させ、これにより欠陥部の修理を行うことができる。

【0064】

本実施例では、色素レーザーを用いる。具体的には、波長を440nmとし、パワーを20mJとし、レーザー色素としてクマリン440を用い、ビーム径を2.3μmとして欠陥部にレーザーを照射する。

【0065】

また、本実施例におけるショート箇所の絶縁化では、ショート箇所の陰極を形

成している材料を酸化することにより絶縁化をはかっている。

【 0 0 6 6 】

なお発光素子の欠陥部の検査および修理は、画素部 3 0 6 が有する全ての画素 3 0 5 において一斉に行っても良いし、ライン毎、または画素毎に行っても良い。

【 0 0 6 7 】

以上より、特定された発光素子の欠陥部にレーザー照射を行い、これを絶縁化させることで、発光素子に順バイアスの電圧をかけたときに発光素子の有機化合物層に電流を流し、有機化合物層を発光させることができる。

【 0 0 6 8 】

また、欠陥部では常に電流が流れるために、欠陥部の周囲に存在する有機化合物層は劣化が起こりやすかった。しかし、これを絶縁化させることによりリーク電流を防ぐことができるので、欠陥部の周囲に存在する有機化合物層の劣化を防ぐことができる。

【 0 0 6 9 】

以上により、発光装置が有する発光素子の欠陥部を検査して特定した後、レーザー照射により修理することで欠陥部があるために消光していた発光素子を再び発光させることができる。

【 0 0 7 0 】

以上に示した本発明は、上記構成を有する発光装置にのみ適用可能なわけではない。本発明はあらゆる構成を有する発光装置に用いることができる。なお、発光装置が有する T F T において、有機半導体を用いた T F T であっても良い。

【 0 0 7 1 】

〔実施例 2〕

本実施例では、基板上に発光素子の画素電極（陽極）まで形成させた基板上に有機化合物層、陰極を形成したところで、本発明の検査及び修理を行い、発光素子が欠陥部を有している場合には、陰極を形成した直後に（封止を行う前に）修理を行い、さらに封止を行うところまでの工程を全て同一の装置内で行う場合について説明を行う。なお、本実施例に於いては、基板上に陽極である画素電極を

形成し、その上に有機化合物層を形成した後で陰極を形成するという構造を有する発光素子について説明したが、本発明は、陰極である画素電極を形成し、その上に有機化合物層を形成し、さらに陽極を形成するという構造の発光素子についても実施することは可能である。但し、欠陥部を検査し、修理するのは、いずれの構造の場合に於いても、陽極側からである。

【 0 0 7 2 】

本実施例に於いて用いる成膜装置について図 6 を用いて説明する。図 6 において、6 0 1 は搬送室であり、搬送室 6 0 1 には搬送機構 (A) 6 0 2 が備えられ、基板 6 0 3 の搬送が行われる。搬送室 6 0 1 は減圧雰囲気にされており、各処理室とはゲートによって連結されている。各処理室への基板の受け渡しは、ゲートを開けた際に搬送機構 (A) 6 0 2 によって行われる。また、搬送室 6 0 1 を減圧するには、ドライポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ (磁気浮上型) もしくはクライオポンプなどの排気ポンプを用いることが可能であるが、より高純度に高真空状態を得るためには磁気浮上型のターボ分子ポンプが好ましい。

【 0 0 7 3 】

以下に、各処理室についての説明を行う。なお、搬送室 6 0 1 は減圧雰囲気となるので、搬送室 6 0 1 に直接的に連結された処理室には全て排気ポンプ (図示せず) が備えられている。排気ポンプとしては上述のドライポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ (磁気浮上型) もしくはクライオポンプが用いられるが、ここでも磁気浮上型のターボ分子ポンプが好ましい。

【 0 0 7 4 】

まず、6 0 4 は基板のセッティング (設置) を行うロード室であり、アンロード室も兼ねている。ロード室 6 0 4 はゲート 6 0 0 a により搬送室 6 0 1 と連結され、ここに基板 6 0 3 をセットしたキャリア (図示せず) が配置される。なお、ロード室 6 0 4 は基板搬入用と基板搬出用とで部屋が区別されていても良い。また、ロード室 6 0 4 は上述の排気ポンプと高純度の窒素ガスまたは希ガスを導入するためのパージラインを備えている。なお、排気ポンプとしては、ターボ分子ポンプが望ましい。さらに、このパージラインには、ガス精製機が備えられて

おり、装置内に導入されるガスの不純物（酸素や水）が予め除去されるようになっている。

【0075】

なお、本実施例では基板603として、発光素子の陽極となる透明導電膜まで形成した基板を用いる。本実施例では基板603を、被成膜面を下向きにしてキャリアにセットする。これは後に蒸着法による成膜を行う際に、フェイスダウン方式（デポアップ方式ともいう）を行いやすくするためである。フェイスダウン方式とは、基板の被成膜面が下を向いた状態で成膜する方式をいい、この方式によればゴミの付着などを抑えることができる。

【0076】

次に、605で示されるのは発光素子の陽極もしくは陰極（本実施例では陽極）の表面を処理する処理室（以下、前処理室という）であり、前処理室605はゲート600bにより搬送室601と連結される。前処理室は発光素子の作製プロセスによって様々に変えることができるが、本実施例では透明導電膜からなる陽極の表面に酸素中で紫外光を照射しつつ100～120℃で加熱できるようにする。このような前処理は、発光素子の陽極表面を処理する際に有効である。

【0077】

その他の前処理法としては、酸素または水素中でプラズマを照射しつつ200～400℃で加熱するという方法も有効であり、この場合には、プラズマ処理及び加熱処理が可能な機構を前処理室に備えておけばよい。

【0078】

次に、606は蒸着法により有機化合物を成膜するための成膜室であり、成膜室（A）と呼ぶ。成膜室（A）606はゲート600cを介して搬送室601に連結される。

【0079】

本実施例では、成膜室（A）606内の成膜部607において、発光素子を形成する有機化合物層の形成を行う。なお、本実施例では、赤色、緑色、青色に発色する有機化合物層を成膜する。従って、成膜室（A）606内に備えられている複数の蒸発源は、これらの有機化合物層を形成する有機化合物が備えられてい

る。

【0080】

なお、有機化合物層は、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び電子注入層といった複数の層が積層され形成されている。本実施例では、各色に発光する有機化合物層層は、発光層を形成する材料のみを変え、その他の層は全て同一の材料を用いて形成する。

【0081】

正孔注入層としては、銅フタロシアニンやポリチオフェン誘導体であるPEDOTなどを用いることができ、正孔輸送層としては、MTDATA(4,4',4''-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine)や α -NPD等を用いることができるが、その他の公知の材料を用いることも可能である。

【0082】

なお、赤色に発色する発光層としては、Alq₃にDCMをドーピングしたものを用いて形成することができる。その他にもEu錯体(Eu(DCM)₃(Phen))、アルミキノリラト錯体(Alq₃)にDCM-1をドーパントとして用いたもの等を用いることができるが、その他公知の材料を用いることもできる。

【0083】

また、緑色に発色する発光層としては、CBPとIr(ppy)₃を共蒸着することにより形成させることができる。なお、この他にもアルミキノリラト錯体(Alq₃)、ベンゾキノリノラトベリリウム錯体(BeBq)を用いることができる。さらには、アルミキノリラト錯体(Alq₃)にクマリン6やキナクリドンといった材料をドーパントとして用いたものも可能であるが、その他公知の材料を用いることもできる。

【0084】

さらに、青色に発色する発光層としては、ジスチリル誘導体であるDPVBiや、アゾメチン化合物を配位子に持つ亜鉛錯体及びDPVBiにペリレンをドーピングしたものを用いることもできるが、その他の公知の材料を用いても良い。

【0085】

また、発光層形成後には、電子輸送層や電子注入層を形成させても良い。なお、電子輸送層としては、1,3,4-オキサジアゾール誘導体や1,2,4-トリアゾール誘導体(TAZ)といった材料を用いることができる。さらに、バッファ層206として、フッ化リチウム(LiF)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、リチウムアセチルアセトネート(Liacac)といった材料を用いても良いが、その他の公知の材料を用いることは可能である。

【0086】

また、成膜室(A)606はゲート600fを介して材料交換室614に連結される。なお、材料交換室614には、交換した材料を加熱するヒーターが設けられている。予め材料を加熱することで水等の不純物を除去することができる。この時加える温度は200℃以下であることが望ましい。また、材料交換室614には、内部を減圧状態にすることができる排気ポンプが備えられているので、外部から蒸発材料を追加または交換して加熱処理した後、内部を減圧状態にする。そして、成膜室内と同じ圧力状態になったところでゲート600fを開け、成膜室内部の蒸発源に蒸発材料備えることができるようになっている。なお、蒸発材料は、搬送機構などにより成膜室内の蒸発源に備えられる。

【0087】

次に、608はスピンコート法(塗布法)により有機化合物を成膜するための成膜室であり、成膜室(B)と呼ぶ。なお、成膜室(B)608は搬送室(A)601との間に真空排気用処理室610を設けて、成膜室(B)608のみ常圧(大気圧)での処理を可能にした構成を示す。

【0088】

本実施例に於いては、薄膜形成装置の内部は、全て減圧状態にあるため、高分子材料を塗布方法により成膜する場合には、窒素や希ガス等の不活性ガスを満たした常圧で行うため、成膜室608に基板を搬送するためには、成膜室608とそれ以外の成膜装置内部における圧力差を克服しなければならない。

【0089】

そこで本実施例において高分子材料を成膜する場合には、まず真空排気用処理室610を搬送室(A)601と同じ圧力まで減圧しておき、その状態でゲート

6 0 0 d を開けて基板を搬送する。そして、ゲート 6 0 0 d を閉めた後、真空排気用処理室 6 1 0 内を不活性ガスでパージし、常圧に戻った時点でゲート 6 0 0 g を開けて成膜室 6 0 8 へと基板を搬送する。ここでは、基板と一緒にステージごと搬送しても良いし、専用の搬送手段で行っても良い。

【 0 0 9 0 】

なお、ここで用いる高分子系有機化合物としては、ポリパラフェニレンビニレン (P P V) 系、ポリビニルカルバゾール (P V K) 系、ポリフルオレン系等の他、公知の高分子系有機化合物を用いることは可能である。

【 0 0 9 1 】

以上により、成膜室 6 0 8 の成膜部 6 0 9 においてスピコート法により正孔注入層が形成される。なお、成膜室 6 0 8 には、加熱機構を備えておき、成膜後の乾燥を行う機能を設けておいても良い。

【 0 0 9 2 】

高分子系有機化合物の成膜が終了したら、ゲート 6 0 0 g を開けて真空排気用処理室 6 1 0 へ基板を搬送し、ゲート 6 0 0 g 及びゲート 6 0 0 d を閉めた状態で真空排気を行う。こうして真空排気用処理室 6 1 0 が搬送室 (A) 6 0 1 と同じ減圧状態にまで達したら、ゲート 6 0 0 d を開けて基板を搬送室 (A) 6 0 1 へと搬送する。

【 0 0 9 3 】

また、成膜室 (B) 6 0 8 はゲート 6 0 0 h を介して材料交換室 6 1 5 に連結される。なお、材料交換室 6 1 5 には、交換した材料を加熱するヒーターが設けられている。予め材料を加熱することで水等の不純物を除去することができる。この時加える温度は 2 0 0 ℃ 以下であることが望ましい。また、材料交換室 6 1 5 には、内部を減圧状態にすることができる排気ポンプが備えられているので、外部から蒸発材料を追加または交換して加熱処理した後、内部を減圧状態にする。そして、成膜室内と同じ圧力状態になったところでゲート 6 0 0 h を開け、成膜室内部の蒸発源に蒸発材料備えることができるようになっている。なお、蒸発材料は、搬送機構などにより成膜室内の蒸発源に備えられる。

【 0 0 9 4 】

以上により、本実施例に於いては、有機化合物層を蒸着法を用いて形成することもスピコート法を用いて形成することも可能であり、さらに、これらの方法を用いて形成した層を複数積層させて有機化合物層を作製しても良い。

【 0 0 9 5 】

次に、6 1 1 は蒸着法により発光素子の陽極もしくは陰極となる導電膜（本実施例では陰極となる金属膜）を成膜するための成膜室であり、成膜室（C）と呼ぶ。成膜室（C）6 1 1 はゲート 6 0 0 e を介して搬送室 6 0 1 に連結される。本実施例では、成膜室（C）6 1 1 内の成膜部 6 1 2 において、発光素子の陰極となる導電膜として A l - L i 合金膜（アルミニウムとリチウムとの合金膜）を成膜する。なお、周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着することも可能である。共蒸着とは、同時に蒸着セルを加熱し、成膜段階で異なる物質を混合する蒸着法をいう。

【 0 0 9 6 】

なお、成膜室（A）6 0 6 および成膜室（C）6 1 1 には、成膜室内にイメージセンサーとして知られている C C D (Charge Coupled Device) を備えておくことは、メタルマスクを用いて成膜を行う際に基板とメタルマスクの位置合わせを精度良く行うことを可能にするので好ましい。

【 0 0 9 7 】

さらに成膜室（A）6 0 6、真空排気用処理室 6 1 0 及び成膜室（C）6 1 1 に備える排気ポンプとしては、ドライポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ（磁気浮上型）もしくはクライオポンプなどを用いることが可能であるが、本実施例ではクライオポンプ及びドライポンプが望ましい。

【 0 0 9 8 】

また、成膜室（A）6 0 6、真空排気用処理室 6 1 0 及び成膜室（C）6 1 0 は、排気ポンプにより減圧される。なお、この時の到達真空度は 10^{-6} P a 以上であることが望ましい。この様な真空度を得るためには、成膜室内部を電解研磨により表面積を小さくすることが効果的である。

【 0 0 9 9 】

搬送室（A）6 0 1 には、ゲート 6 0 0 i を介して、リペア室 6 1 3 と連結さ

れている。リペア室613では、陰極まで形成された発光素子の欠陥部を欠陥検出機構614により特定し、さらに、レーザー照射機構615により欠陥部にレーザーを照射して欠陥部の絶縁化を行う。なお、欠陥部の位置の特定を行う欠陥検出機構614として本実施例では、エミッション顕微鏡を用いている。

【0100】

また、エミッション顕微鏡による欠陥部の特定の際には、発光素子に逆バイアスを印加した状態で、欠陥部がある場合には、その欠陥部に電流が流れるようにしておくが、この時印加する逆バイアスは、1～15Vの範囲で印加される。

【0101】

リペア室613に於いて発光素子における欠陥部の修理を行った基板は、ゲート600iを介して、リペア室613と連結されている搬送室(B)616に搬送される。さらに、搬送室(B)616とゲート600lを介して連結され、CVD(chemical vapor deposition)装置を備えた成膜室(D)617に搬送され、欠陥部の修理がなされた発光素子上に窒化珪素や酸化珪素等の珪素を含む化合物やこれらの化合物の上に炭素を含むDLC(Diamond Like Carbon)膜を積層させた絶縁膜を形成する。

【0102】

なお、DLC(Diamond Like Carbon)膜とは、ダイヤモンド結合(sp^3 結合)とグラファイト結合(sp^2 結合)が混在した非晶質膜である。なお、CVD(chemical vapor deposition)装置を備えた成膜室においては、酸素(O_2)、水素(H_2)、メタン(CH_4)、アンモニア(NH_3)、シラン(SiH_4)を用いることができる。また、CVD装置としては、平行平板型の電極を有しRF電源における周波数が13.56～60MHzのものを用いることができる。

【0103】

また、本実施例に於いては示していないが、スパッタリング法(または、スパッタ法ともいう)により成膜を行う成膜室を本実施例で示した成膜装置に設けることも可能である。陰極である画素電極上に有機化合物層が形成された後、陽極が形成されるというような構造を有する素子を形成する場合に於いて、スパッタリングによる成膜が有効であるためである。なお、成膜時の成膜室内は、アルゴ

ン中に酸素を添加した雰囲気にしておくことで成膜された膜中の酸素濃度を制御し、透過率の高い低抵抗な膜を形成することができる。また、その他の成膜室と同様に成膜室はゲートにより搬送室と遮断されるのが望ましい。

【0104】

また、スパッタリングを行う成膜室を設ける場合には、成膜基板の温度を制御する機構を設けても良い。なお、成膜基板は20～150℃に維持されることが望ましい。さらに、成膜室に備える排気ポンプとしては、ドライポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ（磁気浮上型）もしくはクライオポンプなどを用いることが可能であるが、本実施例ではターボ分子ポンプ（磁気浮上型）及びドライポンプが望ましい。

【0105】

次に、618は封止室（封入室またはグローブボックスともいう）であり、ゲート600kを介して搬送室（B）616に連結されている。封止室618では、最終的に発光素子を密閉空間に封入するための処理が行われる。この処理は形成された発光素子を酸素や水分から保護するための処理であり、カバー材で機械的に封入する、又は熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で封入するといった手段を用いる。

【0106】

カバー材としては、ガラス、セラミックス、プラスチックもしくは金属を用いることができるが、カバー材側に光を放射させる場合は透光性でなければならない。また、カバー材と上記発光素子が形成された基板とは熱硬化性樹脂又は紫外光硬化性樹脂等のシール材を用いて貼り合わせられ、熱処理又は紫外光照射処理によって樹脂を硬化させて密閉空間を形成する。この密閉空間の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を設けることも有効である。

【0107】

また、カバー材と発光素子の形成された基板との空間を熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で充填することも可能である。この場合、熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を添加しておくことは有効である。

【0108】

図6に示した成膜装置では、封止室618の内部に紫外光を照射するための機構（以下、紫外光照射機構という）619が設けられており、この紫外光照射機構619から発した紫外光によって紫外光硬化性樹脂を硬化させる構成となっている。また、封止室618の内部は排気ポンプを取り付けることで減圧にすることも可能である。上記封入工程をロボット操作で機械的に行う場合には、減圧下で行うことで酸素や水分の混入を防ぐことができる。なお、具体的には、酸素及び水の濃度は0.3ppm以下にすることが望ましい。また、逆に封止室618の内部を与圧とすることも可能である。この場合、高純度な窒素ガスや希ガスでパージしつつ与圧とし、外気から酸素等が侵入することを防ぐ。

【0109】

次に、封止室618には受渡室（パスボックス）620が連結される。受渡室620には搬送機構（C）621が設けられ、封止室618で発光素子の封入が完了した基板を受渡室620へと搬送する。受渡室620も排気ポンプを取り付けることで減圧とすることが可能である。この受渡室620は封止室618を直接外気に晒さないようにするための設備であり、ここから基板を取り出す。その他、封止室618において用いる部材を供給する部材供給室を設けることも可能である。

【0110】

以上のように、図6に示した成膜装置を用いることで、発光素子を封止する前に欠陥部の修理を行うことができ、さらに、完全に発光素子を密閉空間に封入するまで外気に晒さずに済むため、信頼性の高い発光装置を作製することが可能となる。

【0111】

〔実施例3〕

本実施例では、欠陥部を有する発光素子に、実際に逆バイアスの電圧を印加したとき、エミッション顕微鏡によって観察された特性について説明する。

【0112】

本実施例で用いた発光素子は、酸化インジウムと酸化スズを組み合わせた化合

物 (ITO) からなる陽極上に、正孔注入層として銅フタロシアニンが 20 nm の膜厚で蒸着法により形成され、次に正孔輸送層として α -NPD が 40 nm の膜厚で蒸着法により形成される。そして、正孔輸送層の上に発光層を形成する発光材料としてトリプレット化合物である $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ が、CBP との共蒸着により 20 nm の膜厚で成膜される。さらに、発光層の上に電子注入層として BCP を 10 nm、陰極としてアルミニウムを 140 nm の厚さに成膜することにより、発光素子が形成される。なお、本明細書中においては、トリプレット化合物とは、三重項励起子からの燐光を発光に利用できる有機化合物のことをいい、詳細については、実施例 4 において説明を行う。

【0113】

上記構成を有し、欠陥部を有する発光素子に逆バイアスの電圧を印加したときの、電圧-電流特性を図 11 に示す。なお、図 11 において、横軸に逆バイアスを印加した際の電圧 (陽極に印加される電圧と陰極に印加される電圧の差) を示し、縦軸に逆バイアス印加時に発光素子に流れる電流値 (逆バイアス電流) を示す。ここでは、陽極に印加される電圧値を +1 V で固定し、陰極に印加される電圧を +1 ~ +7 V まで変化させた時に発光素子に流れる電流値を測定したものである。すなわち、ここで測定される電流値は本明細書中でいう、発光素子の欠陥部に流れる電流値に値する。

【0114】

そして、欠陥部に流れる電流により生じる発光を形成する光子 (フォトン: photon) の数がエミッション顕微鏡により検出される。エミッション顕微鏡により検出された光子は、光子の数毎に色で区別され、表示される。なお、色分け表示により特定された欠陥部の位置は、予め撮影された発光素子部の像と重ね合わせて CRT に表示されるため発光素子上に存在する欠陥部の位置を正確に特定することができる。

【0115】

なお、逆バイアスの電圧は、0 ~ -15 V の範囲において印加される。印加される逆バイアスの電圧がこれ以上大きくなると発光素子を破壊してしまう可能性があるためである。

【0116】

本発明における欠陥部の検査において、発光素子に印加する逆バイアスの電圧の高さ及び印加する時間については、発光素子が有する陽極、陰極及び有機化合物層の材料や積層される層の構成によって異なる。逆バイアスの電圧が低くすぎると本発明の効果は得られず、逆に高すぎても有機化合物層の劣化が促進されたり、発光素子自体が破壊されたりする。

【0117】

実施者は、発光素子が有する陽極、陰極及び有機化合物層の材料や構成によって、逆バイアスの電圧の高さ及び印加する時間を適宜設定する必要がある。

【0118】

CRTに表示された発光素子における欠陥部にレーザーを照射して絶縁化させることで発光素子の修理を行った。以下に修理前と修理後における発光素子の消費電力について測定した結果を示す。なお、測定は全白表示及び全黒表示でそれぞれ行った。

【0119】

【表1】

駆動電圧	表示形式	EL消費電力[mW]	
		修理前	修理後
6V	全白表示	57.6	6.9
	全黒表示	0.24	0.24
7V	全白表示	109.2	17.71
	全黒表示	0.28	0.28
8V	全白表示	187.2	40.8
	全黒表示	0.32	0.32

【0120】

上記に示した結果は、外部電源における駆動電圧を6～8Vとしたとき、発光素子の陰極に流れる電流量を測定することにより消費電力を求めたものであるが、いずれの駆動電圧の場合に於いても修理前の駆動電圧に比べて修理後の駆動電圧は、 $1/5 \sim 1/10$ になっている。つまり、レーザー照射により欠陥部を絶縁化させることで発光素子の修復が可能になることがわかる。

【 0 1 2 1 】

〔実施例 4〕

本発明を用いて欠陥部を検査し、欠陥部を検出した場合にはレーザー照射により、欠陥部が修理される発光装置において、その有機化合物層に三重項励起子からの燐光を発光に利用できる有機化合物（トリプレット化合物ともいう）を用いることは可能である。燐光を発光に利用できる有機化合物を用いた発光装置は、外部発光量子効率を飛躍的に向上させることができる。これにより、発光素子の低消費電力化、長寿命化、および軽量化が可能になる。

【 0 1 2 2 】

ここで、三重項励起子を利用し、外部発光量子効率を向上させた報告を示す。

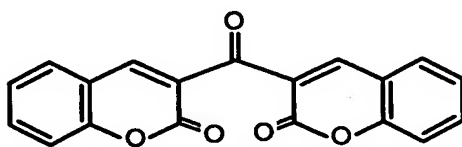
(T.Tsutsui, C.Adachi, S.Saito, Photochemical Processes in Organized Molecular Systems, ed.K.Honda, (Elsevier Sci.Pub., Tokyo,1991) p.437.)

【 0 1 2 3 】

上記の論文により報告された有機化合物（クマリン色素）の分子式を以下に示す。

【 0 1 2 4 】

【化 1】



【 0 1 2 5 】

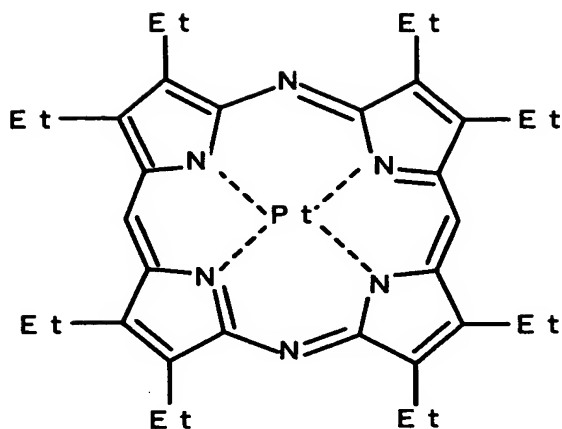
(M.A.Baldo, D.F.O'Brien, Y.You, A.Shoustikov, S.Sibley, M.E.Thompson, S.R.Forrest, Nature 395 (1998) p.151.)

【 0 1 2 6 】

上記の論文により報告された有機化合物（Pt 錯体）の分子式を以下に示す。

【 0 1 2 7 】

【化 2】



【0128】

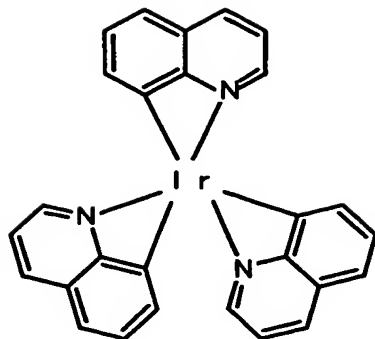
(M.A.Baldo, S.Lamansky, P.E.Burrows, M.E.Thompson, S.R.Forrest, Appl. Phys.Lett., 75 (1999) p.4.) (T.Tsutsui, M.-J.Yang, M.Yahiro, K.Nakamura, T.Watanabe, T.tsuji, Y.Fukuda, T.Wakimoto, S.Mayaguchi, Jpn.Appl.Phys., 38 (12B) (1999) L1502.)

【0129】

上記の論文により報告された有機化合物 (Ir 錯体) の分子式を以下に示す。

【0130】

【化 3】



【0 1 3 1】

以上のように三重項励起子からの燐光発光を利用できれば原理的には一重項励起子からの蛍光発光を用いる場合より 3 ～ 4 倍の高い外部発光量子効率の実現が可能となる。

【0 1 3 2】

なお、本実施例の構成は、実施例 1 ～ 実施例 3 のいずれの構成とも自由に組み合わせる実施することが可能である。

【0 1 3 3】

〔実施例 5〕

本実施例では、本発明を用いて欠陥部の修理を行った発光装置について、図 7 示す断面図を用いて説明する。

【0 1 3 4】

図 7 において、基板 7 0 0 上に設けられたスイッチング用 T F T 7 2 1 は n チャネル型 T F T を用いて形成される。

【0 1 3 5】

なお、本実施例ではスイッチング用 T F T 7 2 1 においてチャネル形成領域が二つ形成されるダブルゲート構造としているが、チャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても

良い。

【0136】

基板700上に設けられた駆動回路はnチャネル型TFT723とpチャネル型TFT724を有している。なお、本実施例では駆動回路が有するTFTをシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【0137】

また、配線701、703はCMOS回路のソース配線、702はドレイン配線として機能する。また、配線704はソース配線708とスイッチング用TFTのソース領域とを電氣的に接続する配線として機能し、配線705はドレイン配線709とスイッチング用TFTのドレイン領域とを電氣的に接続する配線として機能する。

【0138】

なお、電流制御用TFT722はpチャネル型TFTを用いて形成される。なお、本実施例では電流制御用TFT722をシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【0139】

また、配線706は電流制御用TFTのソース配線（電流供給線に相当する）であり、707は電流制御用TFTの画素電極710上に重ねることで画素電極710と電氣的に接続する電極である。

【0140】

なお、710は、透明導電膜からなる画素電極（発光素子の陽極）である。透明導電膜としては、酸化インジウムと酸化スズとの化合物、酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物、酸化亜鉛、酸化スズまたは酸化インジウムを用いることができる。また、前記透明導電膜にガリウムを添加したものをを用いても良い。画素電極710は、上記配線を形成する前に平坦な層間絶縁膜711上に形成する。本実施例においては、樹脂からなる平坦化膜711を用いてTFTによる段差を平坦化することは非常に重要である。後に形成される有機化合物層は非常に薄いため、段差が存在することによって発光不良を起こす場合がある。従って、有機化

合物層をできるだけ平坦面に形成しうるように画素電極を形成する前に平坦化しておくことが望ましい。

【0141】

配線701～707を形成後、図7に示すようにバンク712を形成する。バンク712は100～400nmの珪素を含む絶縁膜もしくは有機樹脂膜をパターンニングして形成すれば良い。

【0142】

なお、バンク712は絶縁膜であるため、成膜時における素子の静電破壊には注意が必要である。本実施例ではバンク712の材料となる絶縁膜中にカーボン粒子や金属粒子を添加して抵抗率を下げ、静電気の発生を抑制する。この際、抵抗率は $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{12} \Omega \text{m}$ （好ましくは $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{10} \Omega \text{m}$ ）となるようにカーボン粒子や金属粒子の添加量を調節すれば良い。

【0143】

画素電極710の上には有機化合物層713が形成される。なお、図7では一画素しか図示していないが、本実施例ではR（赤）、G（緑）、B（青）の各色に対応した有機化合物層を作り分けている。また、本実施例では蒸着法により低分子系有機化合物を形成している。具体的には、正孔注入層713aとして20nm厚の銅フタロシアニン（CuPc）膜を設け、その上に発光層713bとして70nm厚のトリスー8ーキノリノラトアルミニウム錯体（Alq₃）膜を設けた積層構造としている。Alq₃にキナクリドン、ペリレンもしくはDCM1といった蛍光色素を添加することで発光色を制御することができる。

【0144】

但し、以上の例は有機化合物層として用いることのできる有機化合物の一例であって、これに限定する必要はまったくない。発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層または電子注入層を自由に組み合わせて有機化合物層（発光及びそのためのキャリアの移動を行わせるための層）を形成すれば良い。例えば、本実施例では低分子系有機化合物を有機化合物層として用いる例を示したが、高分子系有機化合物を用いても良い。これらの有機化合物は公知の材料を用いることができる。

【 0 1 4 5 】

次に、有機化合物層 7 1 3 の上には導電膜からなる陰極 7 1 4 が設けられる。本実施例の場合、導電膜としてアルミニウムとリチウムとの合金膜を用いる。勿論、公知の Mg Ag 膜（マグネシウムと銀との合金膜）を用いても良い。陰極材料としては、周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素からなる導電膜もしくはそれらの元素を添加した導電膜を用いれば良い。

【 0 1 4 6 】

この陰極 7 1 4 まで形成された時点で発光素子 7 1 9 が完成する。なお、ここでいう発光素子 7 1 9 は、画素電極（陽極） 7 1 0、有機化合物層 7 1 3 及び陰極 7 1 4 で形成されたコンデンサを指す。

【 0 1 4 7 】

発光素子 7 1 9 を完全に覆うようにしてパッシベーション膜 7 1 6 を設けることは有効である。パッシベーション膜 7 1 6 としては、炭素膜、窒化珪素膜もしくは窒化酸化珪素膜を含む絶縁膜からなり、該絶縁膜を単層もしくは組み合わせた積層で用いる。

【 0 1 4 8 】

この際、カバレッジの良い膜をパッシベーション膜として用いることが好ましく、炭素膜、特に DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜を用いることは有効である。DLC 膜は室温から 1 0 0 °C 以下の温度範囲で成膜可能であるため、耐熱性の低い有機化合物層 7 1 3 の上方にも容易に成膜することができる。また、DLC 膜は酸素に対するブロッキング効果が高く、有機化合物層 7 1 3 の酸化を抑制することが可能である。そのため、この後に続く封止工程を行う間に有機化合物層 7 1 3 が酸化するといった問題を防止できる。

【 0 1 4 9 】

さらに、パッシベーション膜 7 1 6 上に封止材 7 1 7 を設け、カバー材 7 1 8 を貼り合わせる。封止材 7 1 7 としては紫外線硬化樹脂を用いれば良く、内部に吸湿効果を有する物質もしくは酸化防止効果を有する物質を設けることは有効である。また、本実施例においてカバー材 7 1 8 はガラス基板や石英基板やプラスチック基板（プラスチックフィルムも含む）の両面に炭素膜（好ましくはダイヤ

モンドライクカーボン膜)を形成したものをを用いる。

【0150】

こうして図7に示すような構造の発光装置が完成する。なお、バンク712を形成した後、パッシベーション膜716を形成するまでの工程をマルチチャンバー方式(またはインライン方式)の成膜装置を用いて、大気解放せずに連続的に処理することは有効である。また、さらに発展させてカバー材718を貼り合わせる工程までを大気解放せずに連続的に処理することも可能である。

【0151】

また、本実施例におけるTFTの特徴は、ゲート電極が2層の導電膜から形成されており、そしてチャンネル形成領域とドレイン領域との間に設けられる低濃度不純物領域において、ほとんど濃度差がなく、緩やかな濃度勾配を有し、下層のゲート電極と重なる領域(GOLD領域)と、ゲート電極と重ならない領域(LDD領域)とを備えている点である。また、ゲート絶縁膜の周縁部、即ち、ゲート電極と重ならない領域及び高濃度不純物領域の上方の領域はテーパー状となっている。

【0152】

本実施例の発光装置は、発光層713bに欠損部分があり、この欠損部分において画素電極(陽極)710と陰極714とがショートしている欠陥部715を有している。本発明により欠陥部715の位置を特定し、レーザー照射することにより欠陥部715を絶縁体720に変えることができる。欠陥部715を絶縁体720に変えることで、欠陥部715におけるリーク電流を防ぐことができる。よって、欠陥部715におけるリーク電流により消光していた発光素子を再び発光させることができる。

【0153】

また、本実施例では画素部と駆動回路の構成のみ示しているが、本実施例の製造工程に従えば、その他にも信号分割回路、D/Aコンバータ、オペアンプ、 γ 補正回路などの論理回路を同一の絶縁体上に形成可能であり、さらにはメモリやマイクロプロセッサをも形成しうる。

【0154】

なお本実施例に示す構造を有する発光装置は、実施例1～実施例4の構成と自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0155】

〔実施例6〕

本実施例では、実施例5で示した発光装置と異なる構造を有する発光装置に本発明の検査及び修理法を用いて欠陥部の修理を行う場合について、図8に示す断面図を用いて説明する。

【0156】

図8において、811は基板、812は下地となる絶縁膜（以下、下地膜という）である。基板811としては透光性基板、代表的にはガラス基板、石英基板、ガラスセラミックス基板、又は結晶化ガラス基板を用いることができる。但し、作製プロセス中の最高処理温度に耐えるものでなくてはならない。

【0157】

また、下地膜812は特に可動イオンを含む基板や導電性を有する基板を用いる場合に有効であるが、石英基板には設けなくても構わない。下地膜812としては、珪素（シリコン）を含む絶縁膜を用いれば良い。なお、本明細書において「珪素を含む絶縁膜」とは、具体的には酸化珪素膜、窒化珪素膜若しくは窒化酸化珪素膜（ SiO_xN_y ： x 、 y は任意の整数、で示される）など珪素に対して酸素若しくは窒素を所定の割合で含ませた絶縁膜を指す。

【0158】

8201はスイッチング用TFT、8202は電流制御用TFTであり、それぞれnチャネル型TFT、pチャネル型TFTで形成されている。発光素子から生じた光が発光する方向が基板の下面（TFT及び有機化合物層が設けられていない面）の場合、上記構成であることが好ましい。しかし本発明はこの構成に限定されない。スイッチング用TFTと電流制御用TFTは、nチャネル型TFTでもpチャネル型TFTでも、どちらでも構わない。

【0159】

スイッチング用TFT8201は、ソース領域813、ドレイン領域814、LDD領域815a～815d、分離領域816及びチャネル形成領域817a、

817bを含む活性層と、ゲート絶縁膜818と、ゲート電極819a、819bと、第1層間絶縁膜820と、ソース信号線821と、ドレイン配線822とを有している。なお、ゲート絶縁膜818又は第1層間絶縁膜820は基板上の全TFTに共通であっても良いし、回路又は素子に応じて異ならせても良い。

【0160】

また、図8に示すスイッチング用TFT8201はゲート電極817a、817bが電氣的に接続されており、いわゆるダブルゲート構造となっている。勿論、ダブルゲート構造だけでなく、トリプルゲート構造などいわゆるマルチゲート構造（直列に接続された二つ以上のチャネル形成領域を有する活性層を含む構造）であっても良い。

【0161】

マルチゲート構造はオフ電流を低減する上で極めて有効であり、スイッチング用TFTのオフ電流を十分に低くすれば、それだけ電流制御用TFT8202のゲート電極に接続されたコンデンサが必要とする最低限の容量を抑えることができる。即ち、コンデンサの面積を小さくすることができるので、マルチゲート構造とすることは発光素子の有効発光面積を広げる上でも有効である。

【0162】

さらに、スイッチング用TFT8201においては、LDD領域815a～815dは、ゲート絶縁膜818を介してゲート電極819a、819bと重ならないように設ける。このような構造はオフ電流を低減する上で非常に効果的である。また、LDD領域815a～815dの長さ（幅）は0.5～3.5 μ m、代表的には2.0～2.5 μ mとすれば良い。

【0163】

なお、チャネル形成領域とLDD領域との間にオフセット領域（チャネル形成領域と同一組成の半導体層でなり、ゲート電圧が加えられない領域）を設けることはオフ電流を下げる上でさらに好ましい。また、二つ以上のゲート電極を有するマルチゲート構造の場合、チャネル形成領域の間に設けられた分離領域816（ソース領域又はドレイン領域と同一の濃度で同一の不純物元素が添加された領域）がオフ電流の低減に効果的である。

【 0 1 6 4 】

次に、電流制御用 T F T 8 2 0 2 は、ソース領域 8 2 6、ドレイン領域 8 2 7 及びチャネル形成領域 8 2 9 を含む活性層と、ゲート絶縁膜 8 1 8 と、ゲート電極 8 3 0 と、第 1 層間絶縁膜 8 2 0 と、ソース信号線 8 3 1 並びにドレイン配線 8 3 2 を有して形成される。本実施例において電流制御用 T F T 8 2 0 2 は p チヤネル型 T F T である。

【 0 1 6 5 】

また、スイッチング用 T F T 8 2 0 1 のドレイン領域 8 1 4 は電流制御用 T F T 8 2 0 2 のゲート 8 3 0 に接続されている。図示してはいないが、具体的には電流制御用 T F T 8 2 0 2 のゲート電極 8 3 0 はスイッチング用 T F T 8 2 0 1 のドレイン領域 8 1 4 とドレイン配線（接続配線とも言える） 8 2 2 を介して電氣的に接続されている。なお、ゲート電極 8 3 0 はシングルゲート構造となっているが、マルチゲート構造であっても良い。また、電流制御用 T F T 8 2 0 2 のソース信号線 8 3 1 は電流供給線（図示せず）に接続される。

【 0 1 6 6 】

電流制御用 T F T 8 2 0 2 は発光素子に注入される電流量を制御するための素子であり、比較的多くの電流が流れる。そのため、チャネル幅（W）はスイッチング用 T F T のチャネル幅よりも大きく設計することが好ましい。また、電流制御用 T F T 8 2 0 2 に過剰な電流が流れないように、チャネル長（L）は長めに設計することが好ましい。望ましくは一画素あたり 0.5 ~ 2 μ A（好ましくは 1 ~ 1.5 μ A）となるようにする。

【 0 1 6 7 】

またさらに、電流制御用 T F T 8 2 0 2 の活性層（特にチャネル形成領域）の膜厚を厚くする（好ましくは 50 ~ 100 nm、さらに好ましくは 60 ~ 80 nm）ことによって、T F T の劣化を抑えてもよい。逆に、スイッチング用 T F T 8 2 0 1 の場合はオフ電流を小さくするという観点から見れば、活性層（特にチャネル形成領域）の膜厚を薄くする（好ましくは 20 ~ 50 nm、さらに好ましくは 25 ~ 40 nm）ことも有効である。

【 0 1 6 8 】

以上は画素内に設けられたTFTの構造について説明したが、このとき同時に駆動回路も形成される。図8には駆動回路を形成する基本単位となるCMOS回路が図示されている。

【0169】

図8においては極力動作速度を落とさないようにしつつホットキャリア注入を低減させる構造を有するTFTをCMOS回路のnチャネル型TFT8204として用いる。なお、ここでいう駆動回路としては、ソース信号側駆動回路、ゲート信号側駆動回路を指す。勿論、他の論理回路（レベルシフタ、A/Dコンバータ、信号分割回路等）を形成することも可能である。

【0170】

CMOS回路のnチャネル型TFT8204の活性層は、ソース領域835、ドレイン領域836、LDD領域837及びチャネル形成領域838を含み、LDD領域837はゲート絶縁膜818を介してゲート電極839と重なっている。

【0171】

ドレイン領域836側のみにLDD領域837を形成しているのは、動作速度を落とさないための配慮である。また、このnチャネル型TFT8204はオフ電流値をあまり気にする必要はなく、それよりも動作速度を重視した方がよい。従って、LDD領域837は完全にゲート電極に重ねてしまい、極力抵抗成分を少なくすることが望ましい。即ち、いわゆるオフセットはなくした方がよい。

【0172】

また、CMOS回路のpチャネル型TFT8205は、ホットキャリア注入による劣化が殆ど気にならないので、特にLDD領域を設けなくても良い。従って活性層はソース領域840、ドレイン領域841及びチャネル形成領域842を含み、その上にはゲート絶縁膜818とゲート電極843が設けられる。勿論、nチャネル型TFT8204と同様にLDD領域を設け、ホットキャリア対策を講じることも可能である。

【0173】

なお861～865はチャネル形成領域842、838、817a、817b

、 8 2 9 を形成するためのマスクである。

【 0 1 7 4 】

また、nチャネル型TFT 8 2 0 4 及びpチャネル型TFT 8 2 0 5 はそれぞれソース領域上に第1層間絶縁膜8 2 0 を間に介して、ソース信号線8 4 4、8 4 5 を有している。また、ドレイン配線8 4 6 によってnチャネル型TFT 8 2 0 4 とpチャネル型TFT 8 2 0 5 とのドレイン領域は互いに電氣的に接続される。

【 0 1 7 5 】

次に、8 4 7 は第1パッシベーション膜であり、膜厚は1 0 n m ~ 1 μ m (好ましくは2 0 0 ~ 5 0 0 n m) とすれば良い。材料としては、珪素を含む絶縁膜(特に窒化酸化珪素膜又は窒化珪素膜が好ましい)を用いることができる。このパッシベーション膜8 4 7 は形成されたTFTをアルカリ金属や水分から保護する役割金属を有する。最終的にTFT(特に電流制御用TFT)の上方に設けられる有機化合物層にはナトリウム等のアルカリ金属が含まれている。即ち、第1パッシベーション膜8 4 7 はこれらのアルカリ金属(可動イオン)をTFT側に侵入させない保護層としても働く。

【 0 1 7 6 】

また、8 4 8 は第2層間絶縁膜であり、TFTによってできる段差の平坦化を行う平坦化膜としての機能を有する。第2層間絶縁膜8 4 8 としては、有機樹脂膜が好ましく、ポリイミド、ポリアミド、アクリル、BCB(ベンゾシクロブテン)等を用いると良い。これらの有機樹脂膜は良好な平坦面を形成しやすく、比誘電率が低いという利点を有する。有機化合物層は凹凸に非常に敏感であるため、TFTによる段差は第2層間絶縁膜8 4 8 で殆ど吸収してしまうことが望ましい。また、ゲート信号線やデータ信号線と発光素子の陰極との間に形成される寄生容量を低減する上で、比誘電率の低い材料を厚く設けておくことが望ましい。従って、膜厚は0. 5 ~ 5 μ m (好ましくは1. 5 ~ 2. 5 μ m) が好ましい。

【 0 1 7 7 】

また、8 4 9 は透明導電膜でなる画素電極(発光素子の陽極)であり、第2層間絶縁膜8 4 8 及び第1パッシベーション膜8 4 7 にコンタクトホール(開孔)

を開けた後、形成された開孔部において電流制御用 T F T 8 2 0 2 のドレイン配線 8 3 2 に接続されるように形成される。なお、図 8 のように画素電極 8 4 9 とドレイン領域 8 2 7 とが直接接続されないようにしておくと、有機化合物層のアルカリ金属が画素電極を経由して活性層へ侵入することを防ぐことができる。

【 0 1 7 8 】

画素電極 8 4 9 の上には酸化珪素膜、窒化酸化珪素膜または有機樹脂膜でなる第 3 層間絶縁膜 8 5 0 が $0.3 \sim 1 \mu\text{m}$ の厚さに設けられる。この第 3 層間絶縁膜 8 5 0 は画素電極 8 4 9 の上にエッチングにより開口部が設けられ、その開口部の縁はテーパ形状となるようにエッチングする。テーパの角度は $10 \sim 60^\circ$ （好ましくは $30 \sim 50^\circ$ ）とすると良い。

【 0 1 7 9 】

第 3 層間絶縁膜 8 5 0 の上には有機化合物層 8 5 1 が設けられる。有機化合物層 8 5 1 は単層又は積層構造で用いられるが、積層構造で用いた方が発光効率は良い。一般的には画素電極上に正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層の順に形成されるが、正孔輸送層／発光層／電子輸送層、または正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層のような構造でも良い。本発明では公知のいずれの構造を用いても良いし、有機化合物層に対して蛍光性色素等をドーピングしても良い。

【 0 1 8 0 】

図 8 の構造は R G B に対応した三種類の発光素子を形成する方式を用いた場合の例である。なお、図 8 には一つの画素しか図示していないが、同一構造の画素が赤、緑又は青のそれぞれの色に対応して形成され、これによりカラー表示を行うことができる。本発明は発光方式に関わらず実施することが可能である。

【 0 1 8 1 】

有機化合物層 8 5 1 の上には発光素子の陰極 8 5 2 が設けられる。陰極 8 5 2 としては、仕事関数の小さいマグネシウム (M g)、リチウム (L i) 若しくはカルシウム (C a) を含む材料を用いる。好ましくは M g A g (M g と A g を M g : A g = 1 0 : 1 で混合した材料) でなる電極を用いれば良い。他にも M g A g A l 電極、L i A l 電極、また、L i F A l 電極が挙げられる。

【 0 1 8 2 】

なお、画素電極（陽極）849、有機化合物層851及び陰極852によって発光素子8206が形成される。

【 0 1 8 3 】

有機化合物層851と陰極852とでなる積層体は、各画素で個別に形成する必要があるが、有機化合物層851は水分に極めて弱いため、通常のリソグラフィ技術を用いることができない。従って、メタルマスク等の物理的なマスク材を用い、真空蒸着法、スパッタ法、プラズマCVD法等の気相法で選択的に形成することが好ましい。

【 0 1 8 4 】

なお、有機化合物層を選択的に形成する方法として、インクジェット法、スクリーン印刷法又はスピンコート法等を用いることも可能であるが、これらは現状では陰極の連続形成ができないので、上述の方法の方が好ましいと言える。

【 0 1 8 5 】

また、853は保護電極であり、陰極852を外部の水分等から保護すると同時に、各画素の陰極852を接続するための電極である。保護電極853としては、アルミニウム（Al）、銅（Cu）若しくは銀（Ag）を含む低抵抗な材料を用いることが好ましい。この保護電極853には有機化合物層の発熱を緩和する放熱効果も期待できる。

【 0 1 8 6 】

また、854は第2パッシベーション膜であり、膜厚は10nm～1μm（好ましくは200～500nm）とすれば良い。第2パッシベーション膜854を設ける目的は、有機化合物層851を水分から保護する目的が主であるが、放熱効果をもたせることも有効である。但し、上述のように有機化合物層は熱に弱いので、なるべく低温（好ましくは室温から120℃までの温度範囲）で成膜するのが望ましい。従って、プラズマCVD法、スパッタ法、真空蒸着法、イオンプレーティング法又は溶液塗布法（スピンコーティング法）が望ましい成膜方法と言える。

【 0 1 8 7 】

本実施例の発光装置は、有機化合物層 8 6 0 に欠損部分があり、この欠損部分において画素電極（陽極） 8 4 9 と陰極 8 5 2 とがショートしている欠陥部 8 6 0 を有している。本発明を用いて欠陥部 8 6 0 の位置を特定し、レーザー照射により欠陥部 8 6 0 を絶縁化して修理することにより、欠陥部 8 6 0 を絶縁体 8 6 1 に変えることで欠陥部 8 6 0 におけるリーク電流を防ぐことができる。よって、欠陥部 8 6 0 におけるリーク電流により消光していた発光素子を再び発光させることができる。さらに、欠陥部 8 6 0 を絶縁化することにより、欠陥部周辺の有機化合物層 8 5 1 の劣化を防ぐことができる。

【 0 1 8 8 】

なお、本実施例に示す構造を有する発光装置は、実施例 1 ～実施例 4 の構成と自由に組み合わせて実施することが可能である。

【 0 1 8 9 】

〔実施例 7〕

発光素子を用いた発光装置は自発光型であるため、液晶表示装置に比べ、明るい場所での視認性に優れ、視野角が広い。従って、様々な電気器具の表示部に用いることができる。

【 0 1 9 0 】

本発明により発光素子の欠陥部の検査及び修理を行う発光装置を用いた電気器具として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはデジタルビデオディスク（DVD）等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうる表示装置を備えた装置）などが挙げられる。特に、斜め方向から画面を見る機会が多い携帯情報端末は、視野角の広さが重要視されるため、発光素子を有する発光装置を用いることが望ましい。それら電気器具の具体例を図 9 に示す。

【 0 1 9 1 】

図 9（A）は表示装置であり、筐体 2 0 0 1、支持台 2 0 0 2、表示部 2 0 0

3、スピーカー部2004、ビデオ入力端子2005等を含む。本発明により発光素子の欠陥部の検査及び修理を行う発光装置は表示部2003に用いることができる。発光素子を有する発光装置は自発光型であるためバックライトが必要なく、液晶表示装置よりも薄い表示部とすることができる。なお、表示装置は、パソコン用、TV放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用表示装置が含まれる。

【0192】

図9(B)はデジタルスチルカメラであり、本体2101、表示部2102、受像部2103、操作キー2104、外部接続ポート2105、シャッター2106等を含む。本発明により発光素子の欠陥部の検査及び修理を行う発光装置は表示部2102に用いることができる。

【0193】

図9(C)はノート型パーソナルコンピュータであり、本体2201、筐体2202、表示部2203、キーボード2204、外部接続ポート2205、ポインティングマウス2206等を含む。本発明により発光素子の欠陥部の検査及び修理を行う発光装置は表示部2203に用いることができる。

【0194】

図9(D)はモバイルコンピュータであり、本体2301、表示部2302、スイッチ2303、操作キー2304、赤外線ポート2305等を含む。本発明により発光素子の欠陥部の検査及び修理を行う発光装置は表示部2302に用いることができる。

【0195】

図9(E)は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的にはDVD再生装置）であり、本体2401、筐体2402、表示部A2403、表示部B2404、記録媒体（DVD等）読み込み部2405、操作キー2406、スピーカー部2407等を含む。表示部A2403は主として画像情報を表示し、表示部B2404は主として文字情報を表示するが、本発明により発光素子の欠陥部の検査及び修理を行う発光装置はこれら表示部A、B2403、2404に用いることができる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器など

も含まれる。

【0196】

図9 (F) はゴーグル型ディスプレイ (ヘッドマウントディスプレイ) であり、本体2501、表示部2502、アーム部2503を含む。本発明により発光素子の欠陥部の検査及び修理を行う発光装置は表示部2502に用いることができる。

【0197】

図9 (G) はビデオカメラであり、本体2601、表示部2602、筐体2603、外部接続ポート2604、リモコン受信部2605、受像部2606、バッテリー2607、音声入力部2608、操作キー2609等を含む。本発明により発光素子の欠陥部の検査及び修理を行う発光装置は表示部2602に用いることができる。

【0198】

ここで図9 (H) は携帯電話であり、本体2701、筐体2702、表示部2703、音声入力部2704、音声出力部2705、操作キー2706、外部接続ポート2707、アンテナ2708等を含む。本発明により発光素子の欠陥部の検査及び修理を行う発光装置は表示部2703に用いることができる。なお、表示部2703は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電力を抑えることができる。

【0199】

なお、将来的に有機化合物の発光輝度が高くなれば、出力した画像情報を含む光をレンズ等で拡大投影してフロント型若しくはリア型のプロジェクターに用いることも可能となる。

【0200】

また、上記電気器具はインターネットやCATV (ケーブルテレビ) などの電子通信回線を通じて配信された情報を表示することが多くなり、特に動画情報を表示する機会が増してきている。有機化合物の応答速度は非常に高いため、発光装置は動画表示に好ましい。

【0201】

また、発光装置は発光している部分が電力を消費するため、発光部分が極力少なくなるように情報を表示することが望ましい。従って、携帯情報端末、特に携帯電話や音響再生装置のような文字情報を主とする表示部に発光装置を用いる場合には、非発光部分を背景として文字情報を発光部分で形成するように駆動することが望ましい。

【0202】

以上の様に、本発明により発光素子の欠陥部の検査及び修理を行う発光装置の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気器具に用いることが可能である。また、本実施例の電気器具は実施例1～6に示したいずれの構成を用いても良い。

【0203】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明により、発光素子における欠陥部を検査して、欠陥部の位置を特定し、欠陥部にレーザーを照射することにより発光素子の陽極と陰極におけるショート箇所を絶縁化して、ショート箇所におけるリーク電流を防ぐことができる。これにより、消光していた発光素子を再び発光させることができる。なお、本発明により欠陥部を有する発光素子を修復して発光装置を作製することができるので、発光装置の生産における歩留まりを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

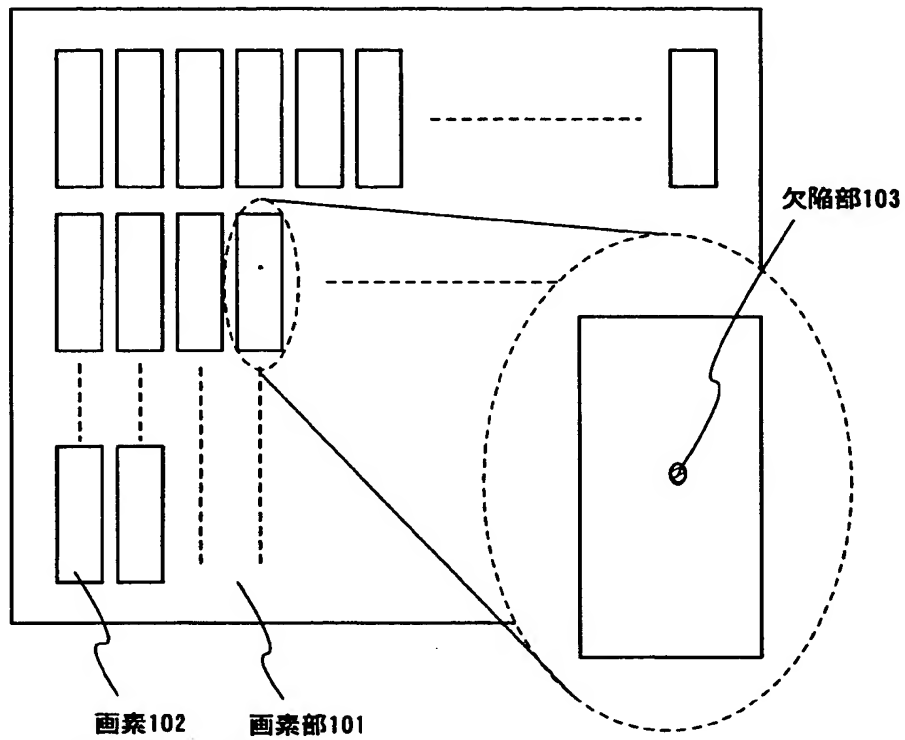
- 【図1】 本発明による欠陥部の検査及び修理方法について説明する図。
- 【図2】 本発明による欠陥部の検査及び修理方法について説明する図。
- 【図3】 画素の回路図。
- 【図4】 画素の回路図及び検査時の画素部の動作を示す図。
- 【図5】 エミッション顕微鏡により観察された欠陥部の写真。
- 【図6】 本発明に用いる成膜装置の構成を示す図。
- 【図7】 発光装置の断面構造を説明する図。
- 【図8】 発光装置の断面構造を説明する図。
- 【図9】 電気器具の一例を示す図。
- 【図10】 従来例を説明する図。

【図 1 1】 欠陥部に逆バイアスを印加した様子を説明する図。

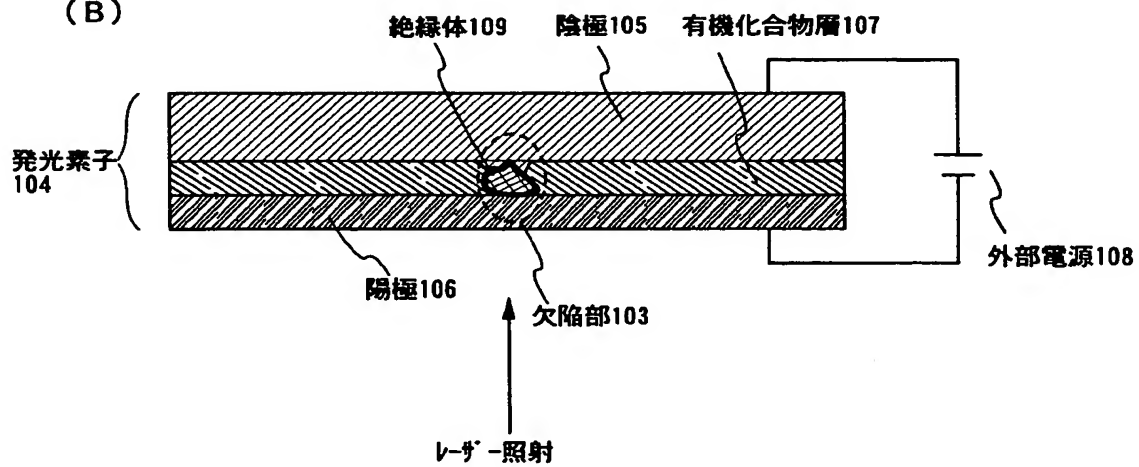
【書類名】 図面

【図 1】

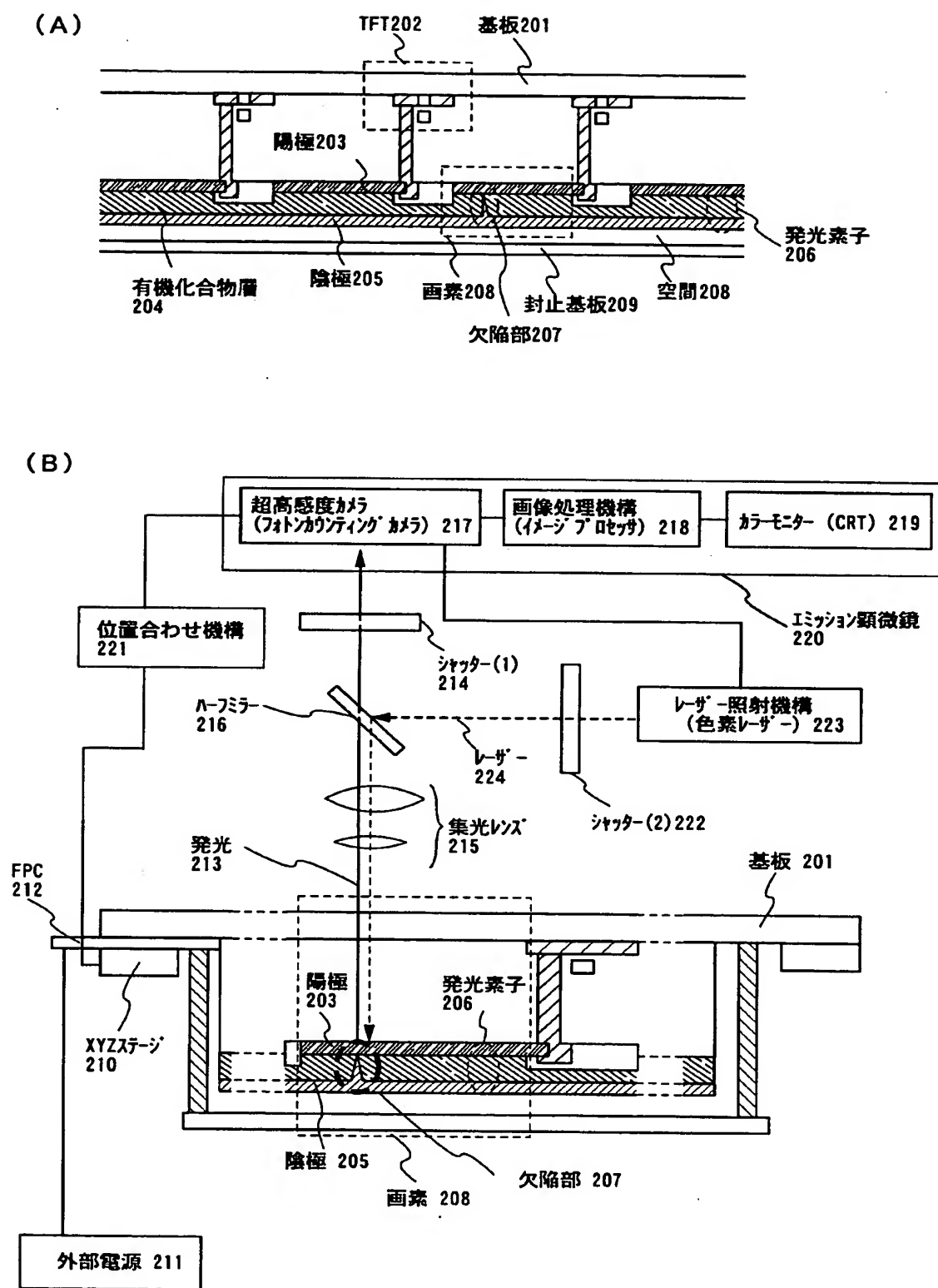
(A)



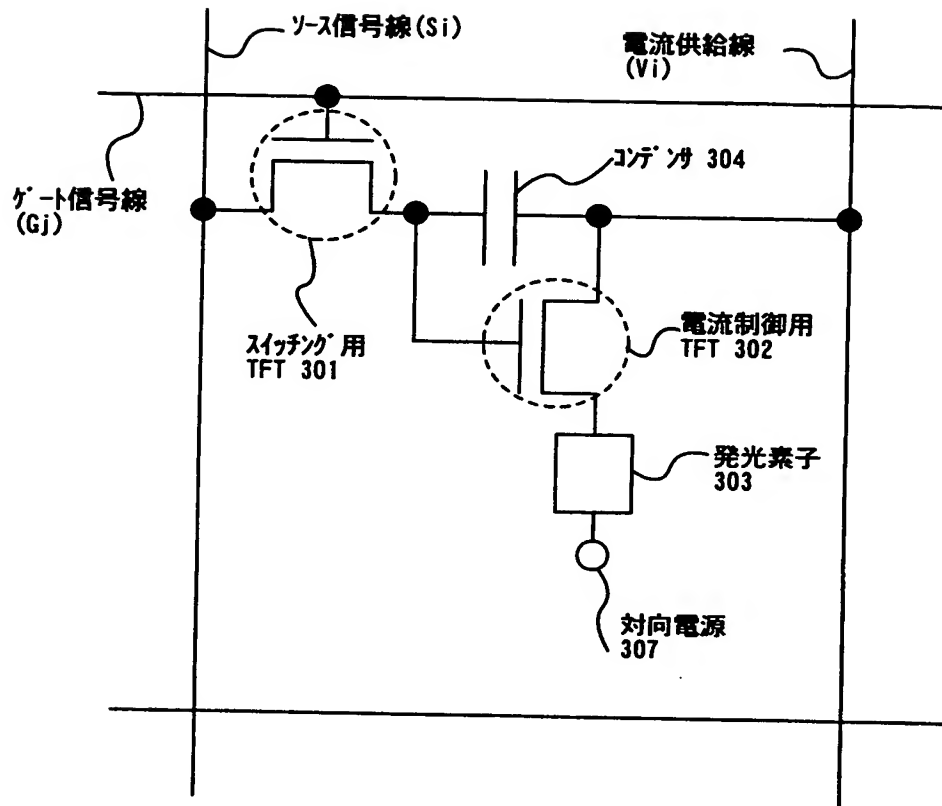
(B)



【圖 2】

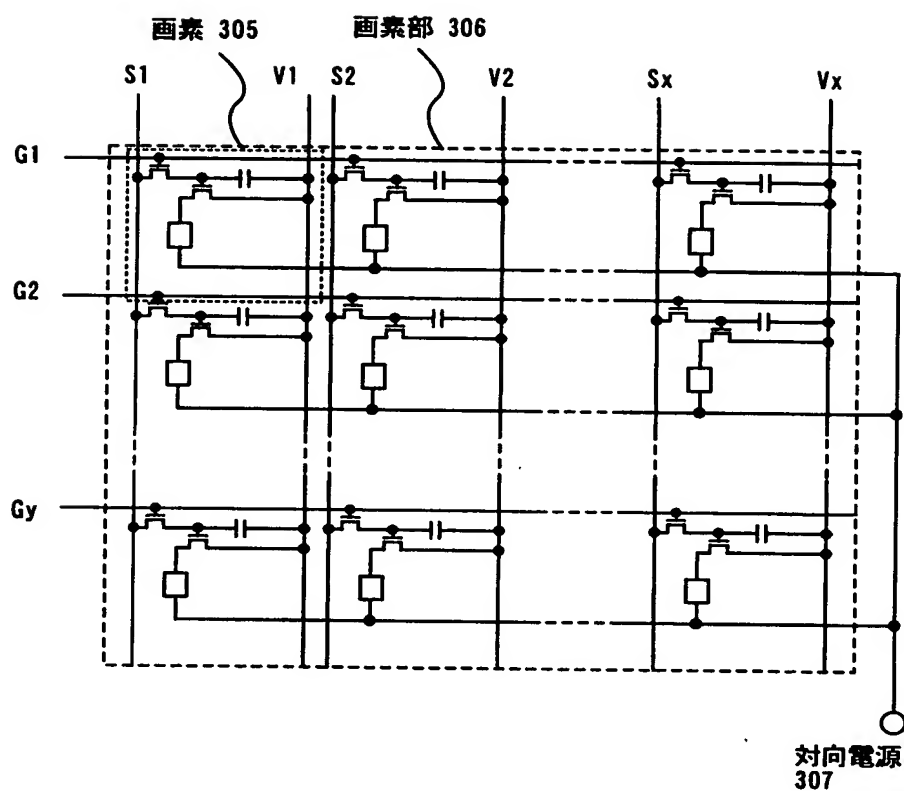


【図 3】

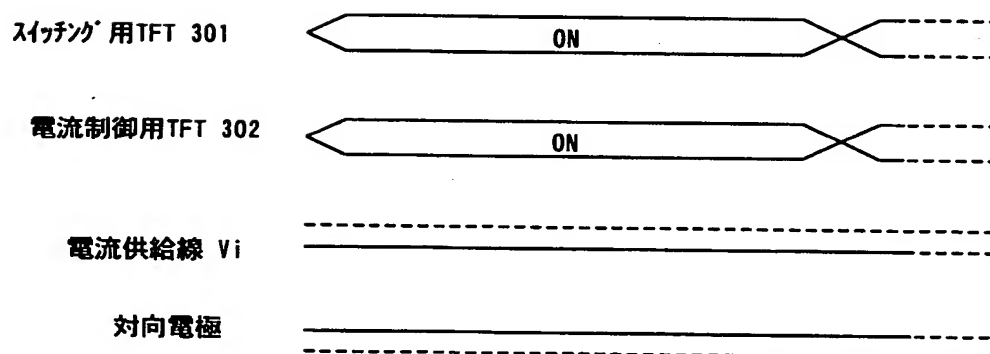


【図 4】

(A)

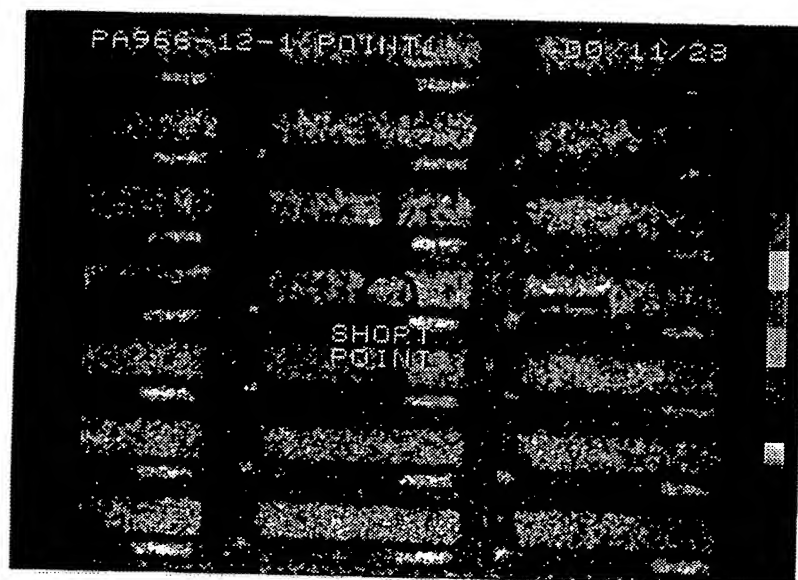


(B)



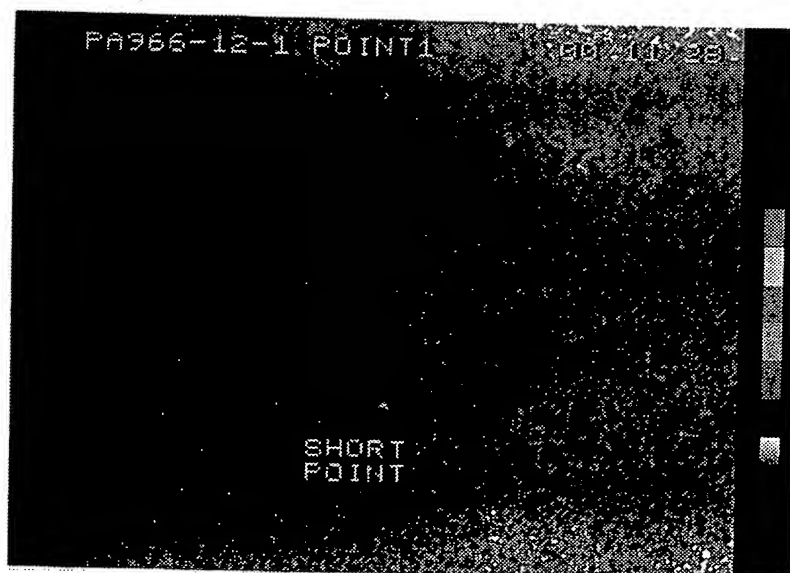
【図5】

(A)



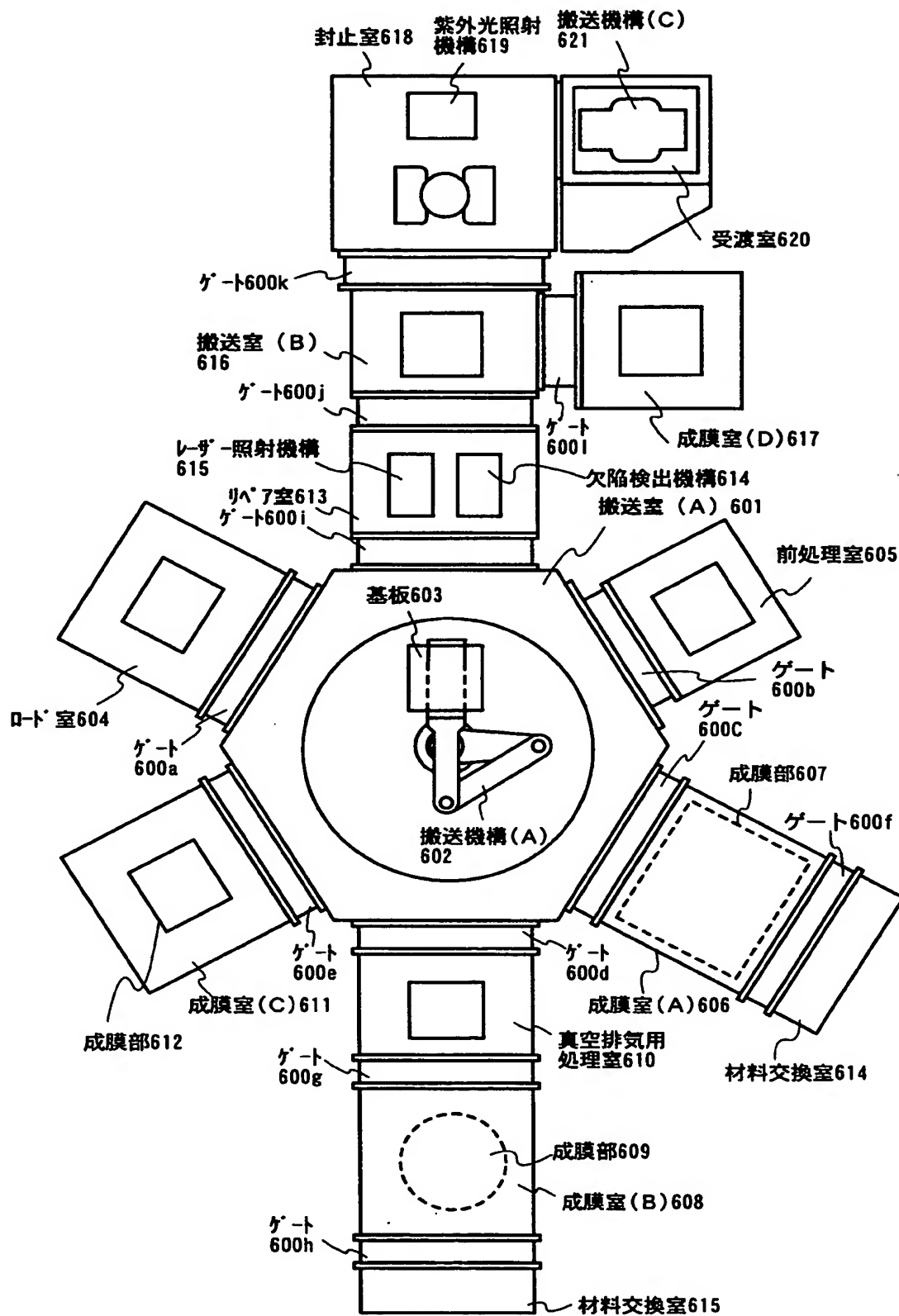
×200

(B)

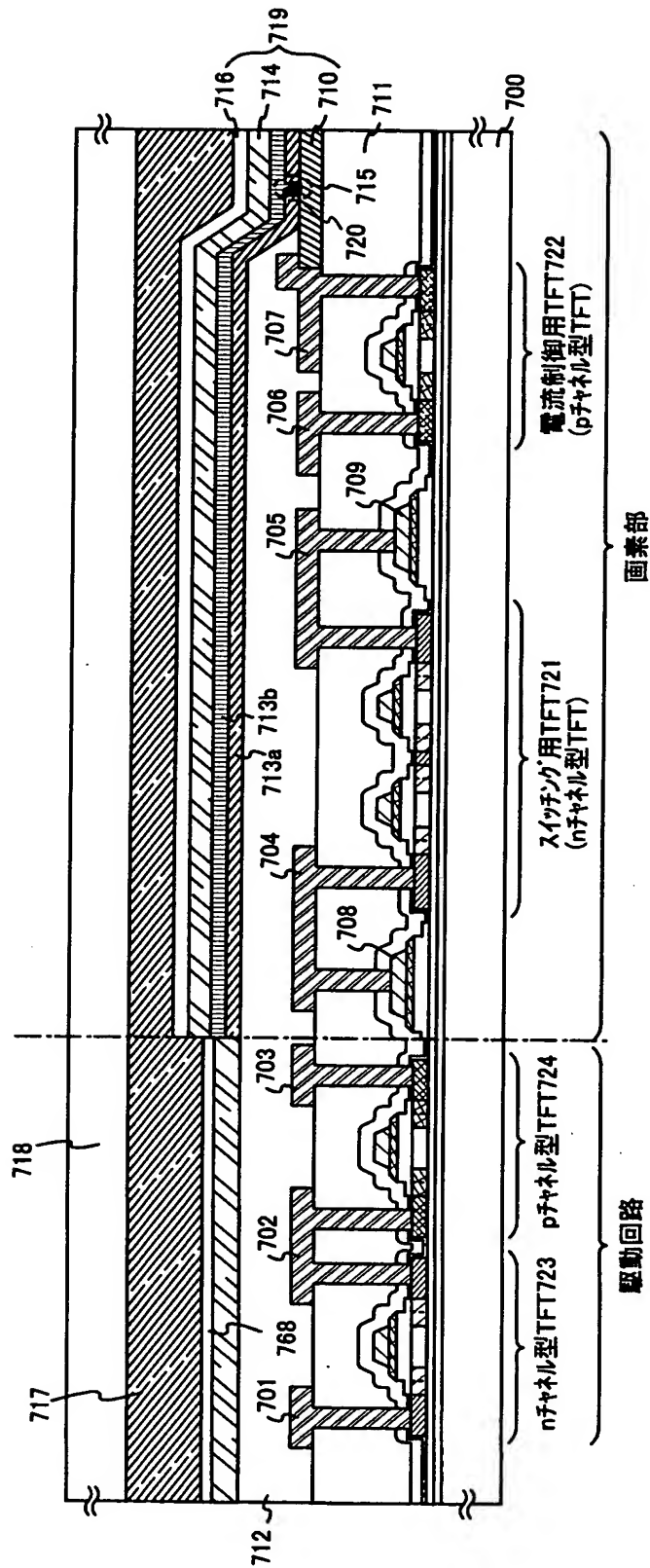


×500

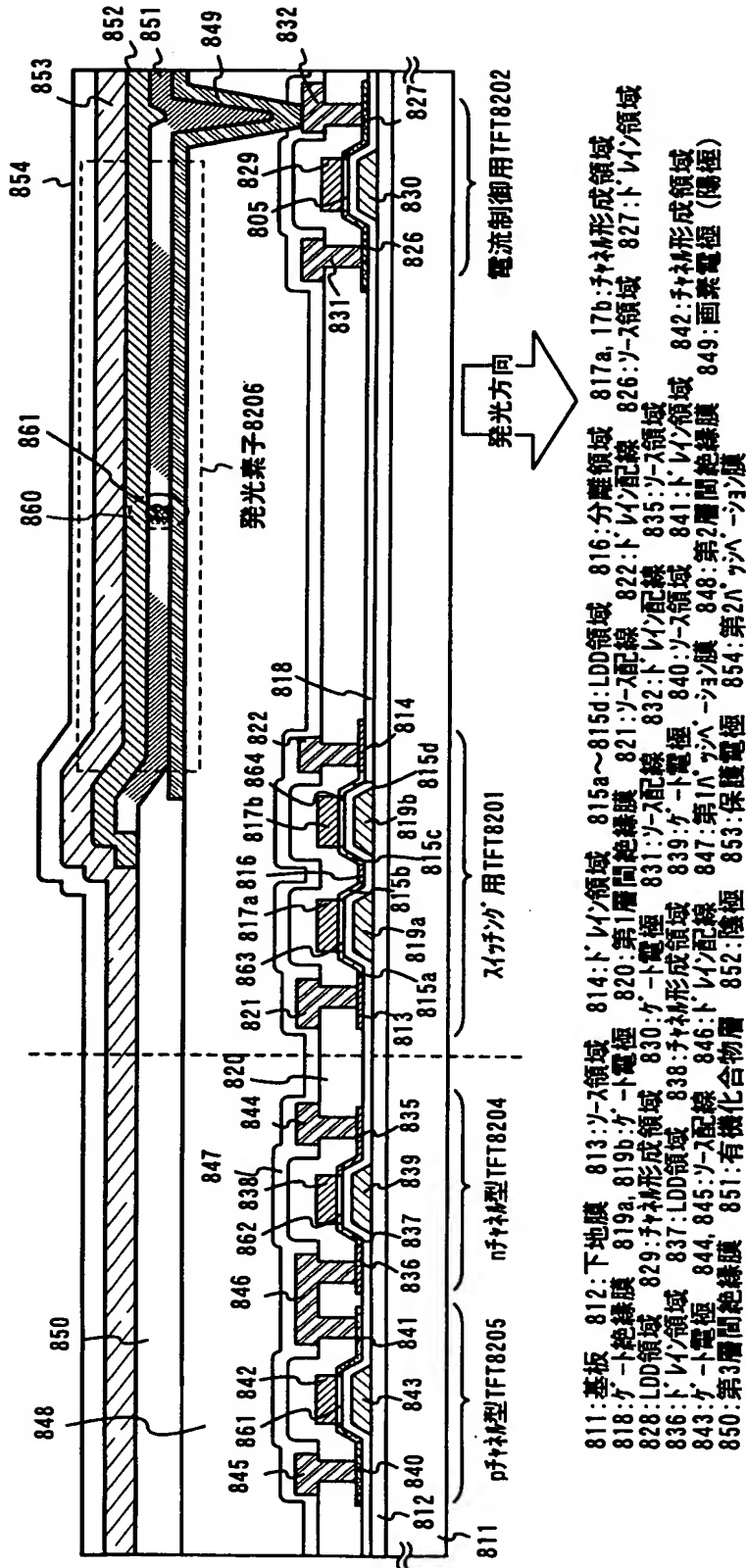
【図 6】



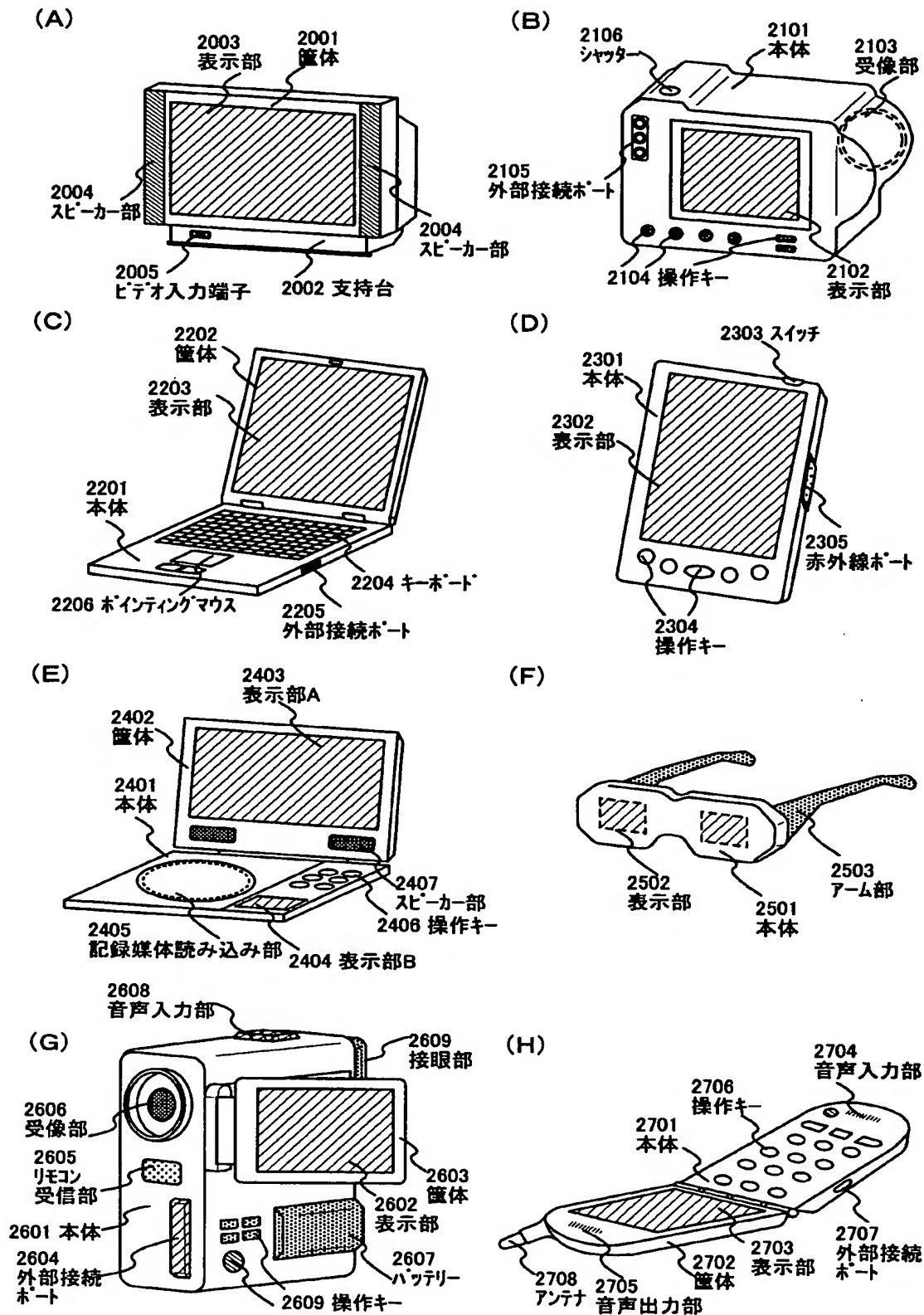
【図 7】



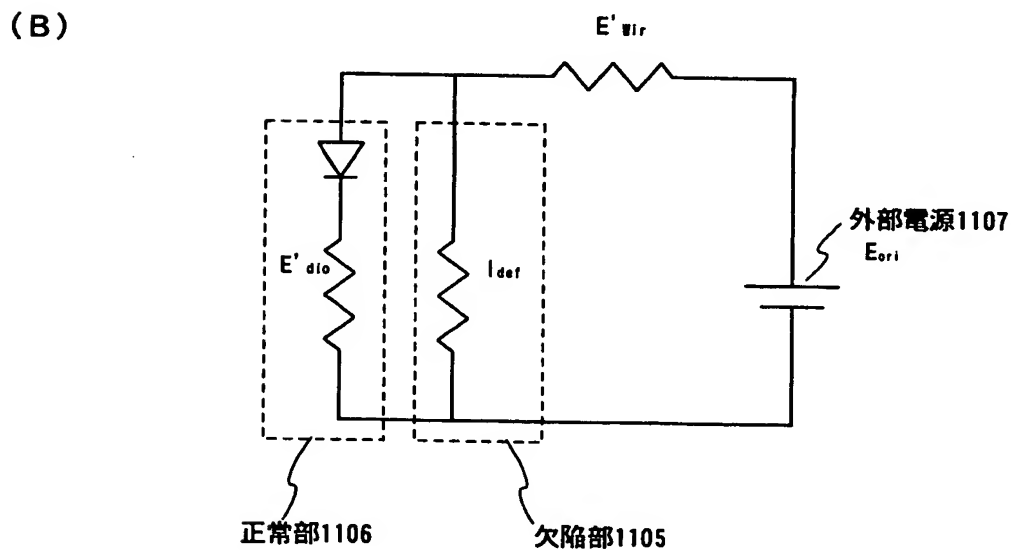
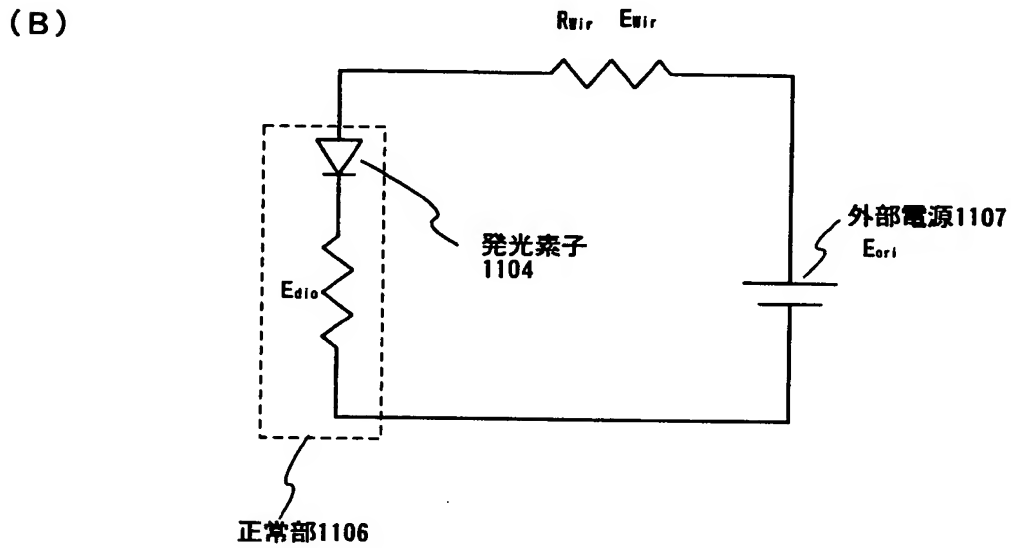
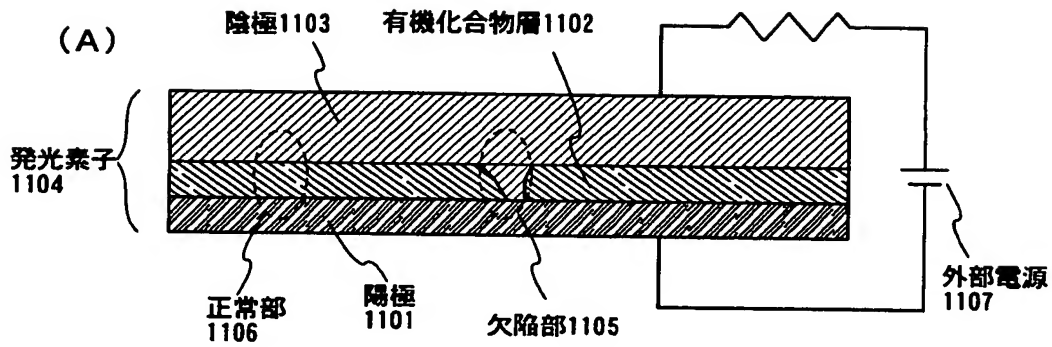
【図 8】



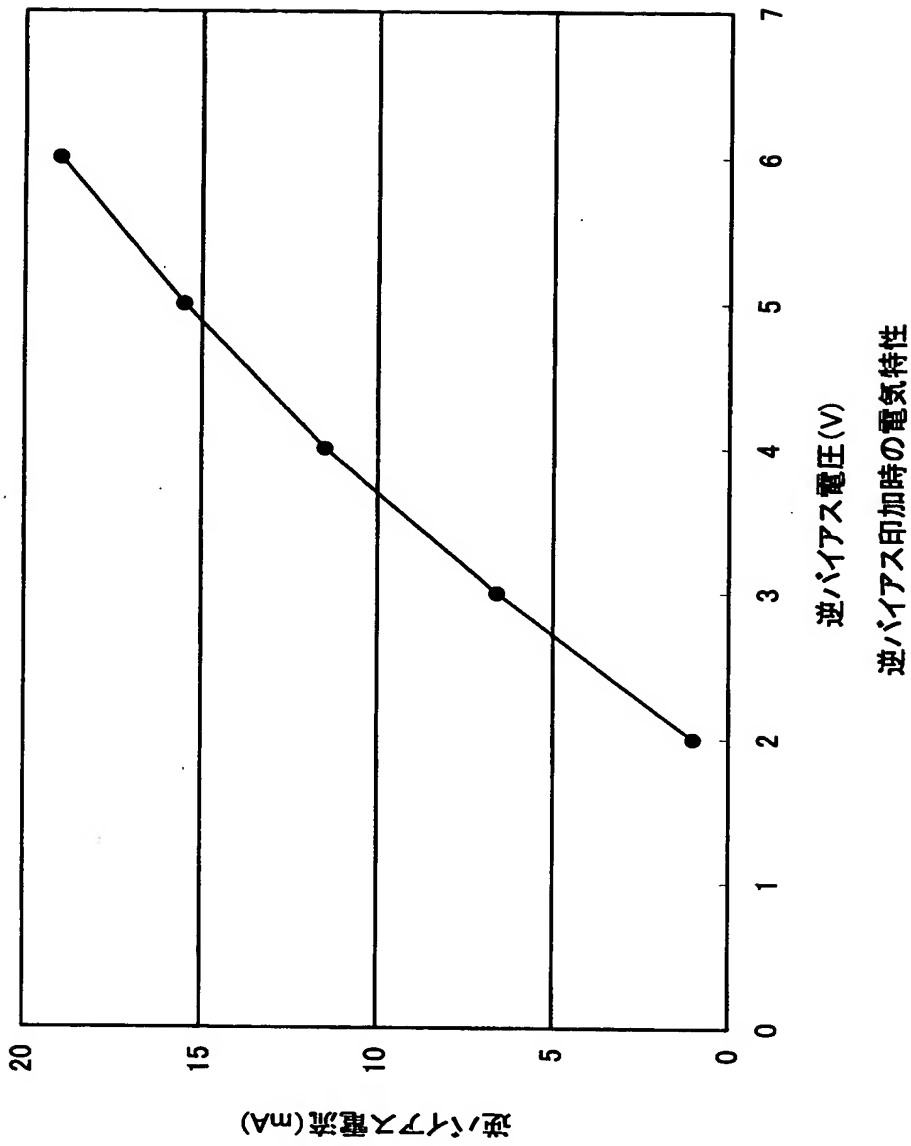
【図 9】



【図 1 0】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発光素子の欠陥部におけるショートを検査して修理することにより、良質な画像表示を行うことができる発光装置の作製方法及び薄膜形成装置を提供する。

【解決手段】 発光素子に逆バイアスの電圧を印加すると、欠陥部に逆方向の電流が流れる。この逆方向の電流から生じる発光を測定して欠陥部を特定し、欠陥部にレーザーを照射して絶縁化を行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000153878]

1. 変更年月日	1990年 8月17日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県厚木市長谷398番地
氏 名	株式会社半導体エネルギー研究所